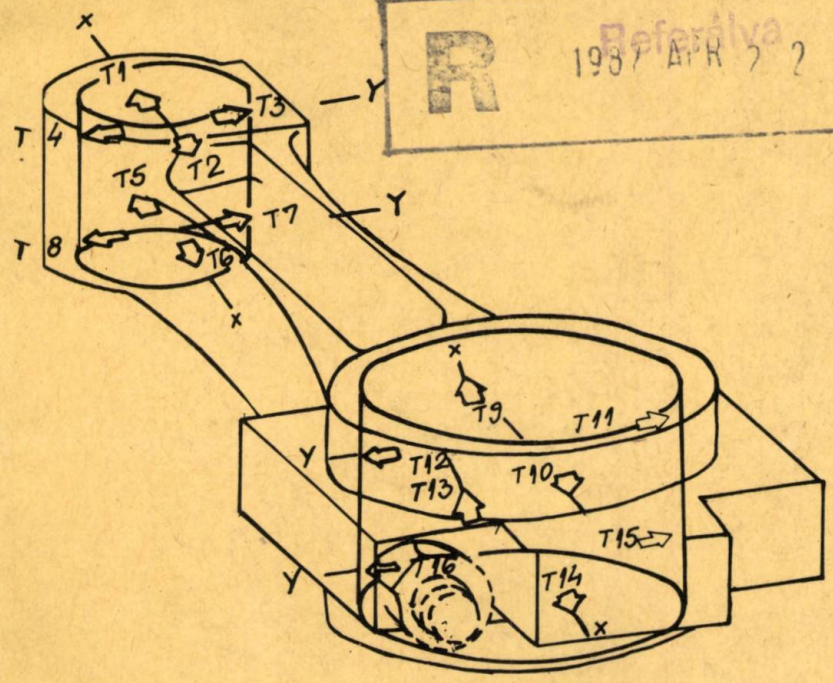
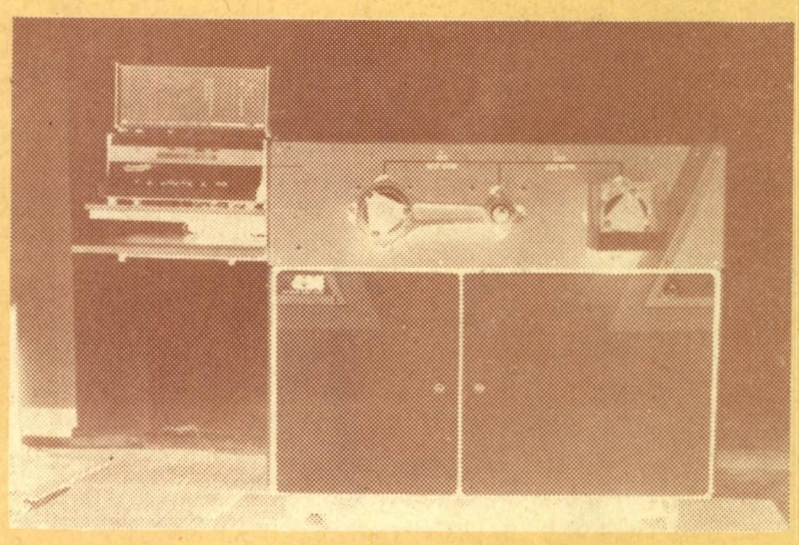
E 3279

GÉPI



R Referálva 1987 APR 2 2



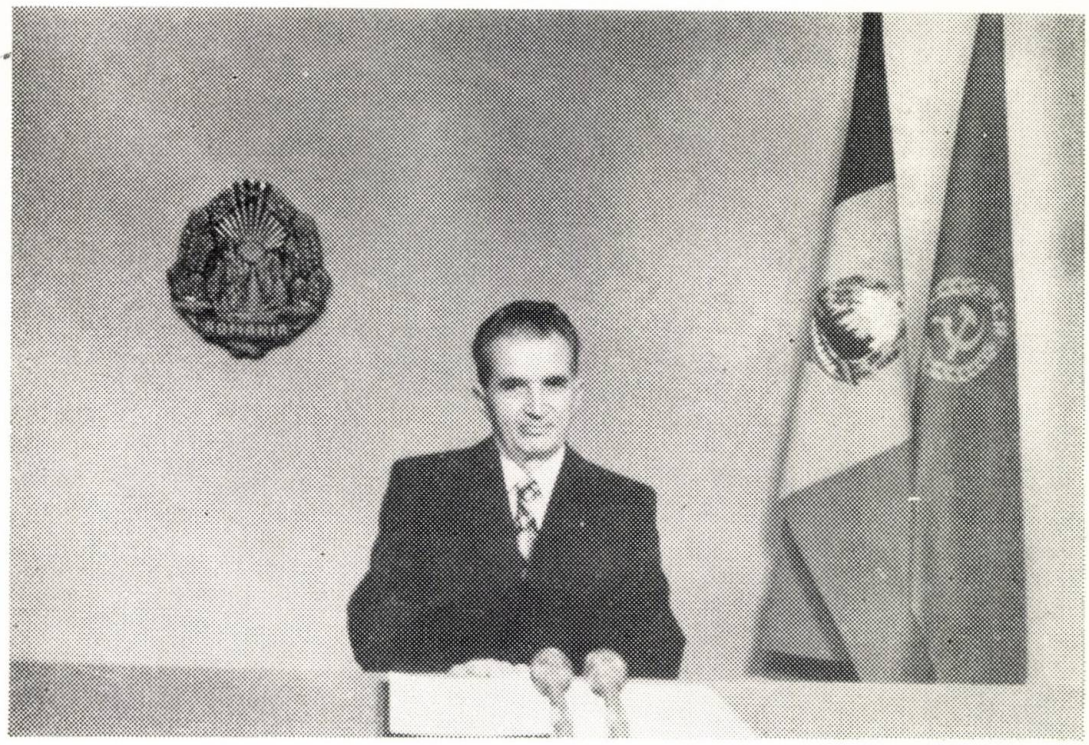
SISTEME ŞI UTILAJE DE ASIGURARE A CALITĂŢII TEHNICE A PRODUSELOR

CONSTRUCTIA DE MASINI

BUCUREŞTI ■ XXXIX ■ IANUARIE ■ 1987

1

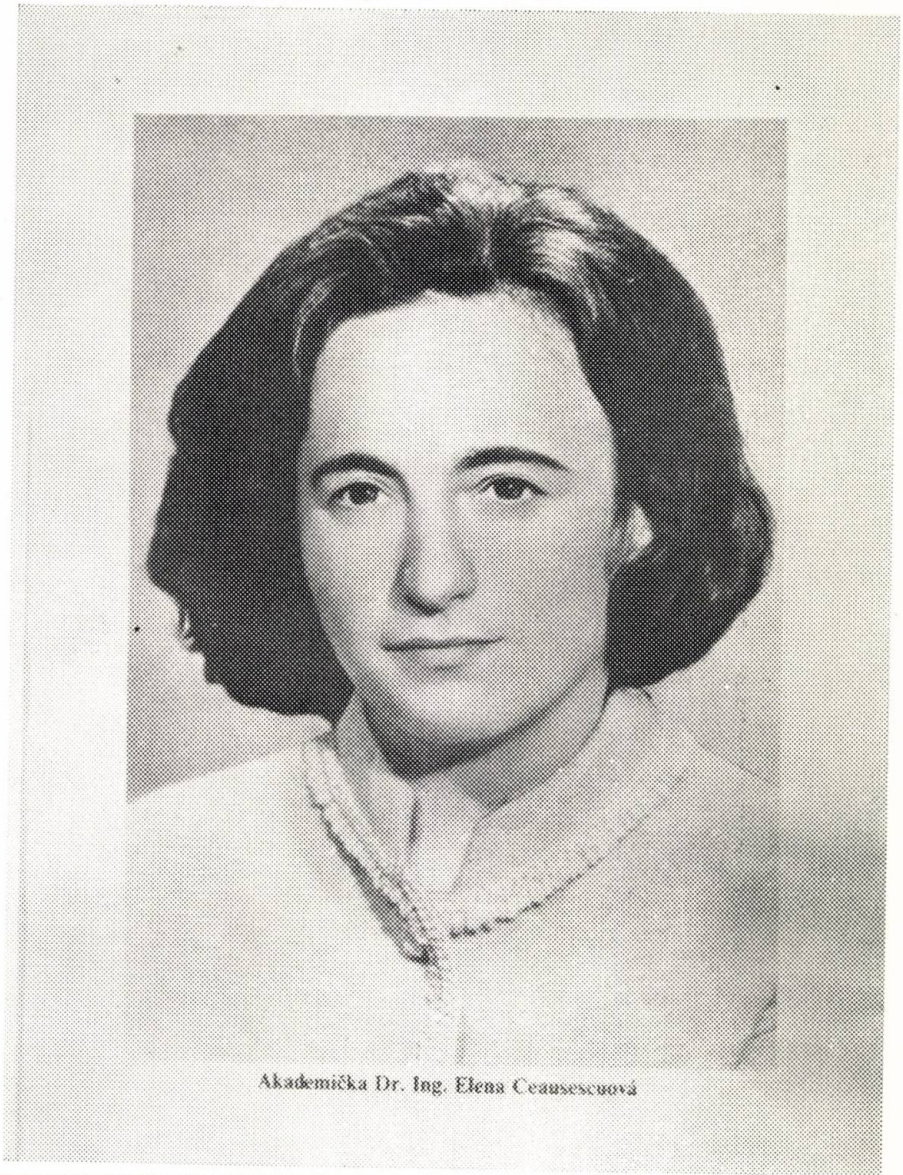
Tradiţionalul Mesaj de Anul Nou al preşedintelui Nicolae Ceauşescu — un înflăcărat îndemn la muncă şi acţiune revoluţionară



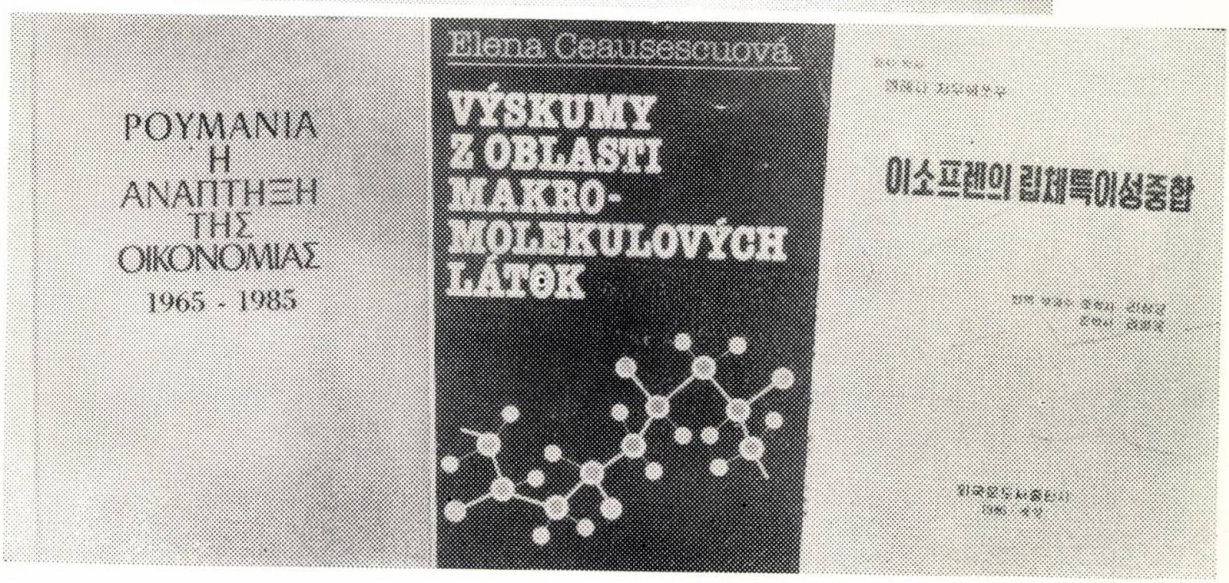
„Începem cel de-al doilea an al actualului cincinal cu un program de largă perspectivă, temeinic fundamentat, de muncă și acțiune revoluționară. În vederea realizării în cele mai bune condițiuni a importantelor obiective cuprinse în planul și programele pe 1987, se impun măsuri organizatorice ferme pentru dezvoltarea intensivă a întregii economii, accentuarea puternică a laturilor calitative ale activității economice, promovarea în producție a celor mai noi cuceriri ale revoluției tehnico-științifice, creșterea productivității muncii și sporirea eficienței în toate sectoarele".

La aniversarea tovarăşei Elena Ceauşescu, cele mai calde sentimente de înaltă stimă şi aleasă preţuire, omagiul vibrant al întregii naţiuni!

Prestigiul internațional al unei contribuții de seamă la progresul general al cunoașterii, al științei puse în slujba păcii și a vieții

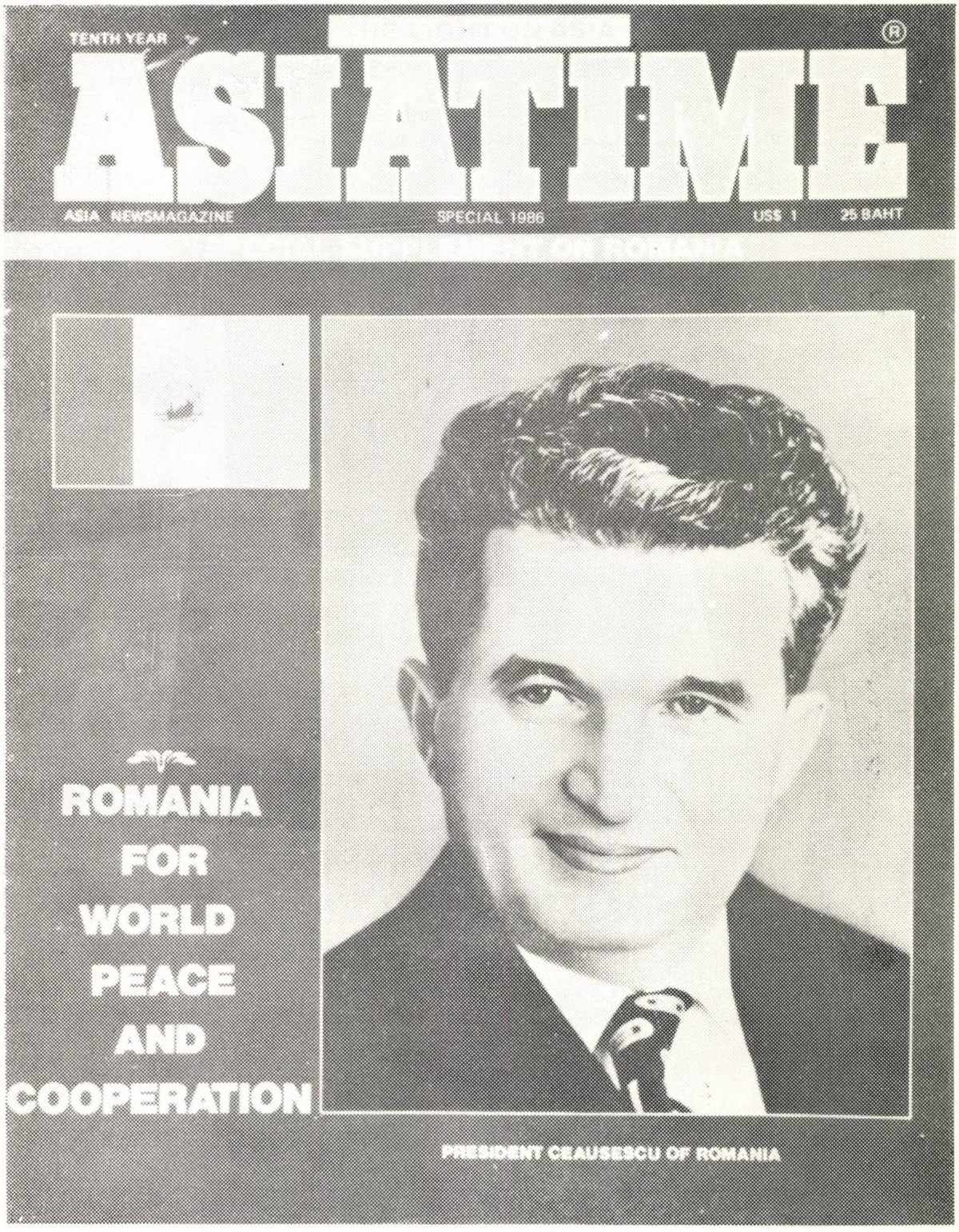


Akademička Dr. Ing. Elena Ceausescuová



Sărbătorirea zilei de naştere a tovarăşului Nicolae Ceauşescu, eveniment cu rezonanţă profundă în inima şi conştiinţa fiecărui comunist, fiecărui om al muncii, a prilejuit o amplă şi vibrantă manifestare de dragoste fierbinte şi adîncă recunoştinţă a întregului popor faţă de conducătorul partidului şi al statului, ctitorul României moderne şi Erou al păcii.

Cu ocazia aniversării a 69 de ani de viaţă şi 55 de ani de activitate revoluţionară, alături de toţi cetăţenii patriei noastre, constructorii de maşini urează tovarăşului Nicolae Ceauşescu ani mulţi de viaţă, fericire, sănătate şi putere de muncă, pentru binele şi prosperitatea ţării, pentru o lume mai dreaptă şi mai bună, fără arme şi fără războaie !



Ca semn de înaltă apreciere pentru personalitatea politică a preşedintelui Nicolae Ceauşescu, presa străină subliniază — frecvent — activitatea sa prodigioasă de instaurare a unei noi ordini economice internaţionale, de promovare a unor valoroase idei şi iniţiative pentru edificarea unei lumi a păcii şi colaborării între popoare.

settegiorni

SETTIMANALE POLITICO E DI ATTUALITA' A DIFFUSIONE NAZIONALE

ANNO XXIV - N. 38 - L. 300
CATANIA, 18 SETTEMBRE 1966

NEL QUARANTADUESIMO ANNIVERSARIO DELLA RIVOLUZIONE ANTIFASCISTA

La politica estera rumena del presidente Ceausescu

Il presidente romeno Nicolae Ceausescu ad un meeting per la pace

La Romania opera sul piano dei rapporti internazionali, per la collaborazione, la cooperazione, la pace e sicurezza. Sotto la direzione del presidente Nicolae Ceausescu, la Repubblica Socialista di Romania pone fermamente alla base della sua attività internazionale i principi della piena parità di diritti, dell'osservanza dell'indipendenza e della sovranità

LUIGI RINDONE

CONTINUA IN 6.a PAGINA

Zile de sărbătoare

În calendarul României de azi, ianuarie se înscrie ca luna unor sărbători deosebit de scumpe tuturor oamenilor din țara noastră : aniversările zilelor de naștere ale tovarășilor Elena Ceaușescu și Nicolae Ceaușescu, fii devotați ai pământului natal, personalități de seamă ale istoriei naționale, militanți neobosiți pentru cauza partidului, pentru dezvoltarea multilaterală a patriei, pentru triumful păcii în lume.

Și în acest an, comuniștii, oamenii muncii, toți cetățenii acestei țări au aniversat zilele de 7 și 26 ianuarie, cu sentimente de dragoste fierbinte, înaltă prețuire, profund respect și vie recunoștință, în spiritul tradiției cu care neamul acesta, vitregit de istorie, și-a cinstit — întotdeauna — eroii și oamenii de excepție, care sintetizează în destinul lor exemplar, dimensiunile, resursele și aspirațiile unei națiuni în plină dezvoltare.

În conștiința acestui popor, tovarășul Nicolae Ceaușescu va rămîne patriotul cutezător care a smuls țara de sub semnul unei istorii anacronice, așezînd-o în drepturile sale legitime, conducătorul de geniu care a înscris România pe coordonatele unei dezvoltări fără precedent, gînditorul subtil care a anticipat creator profundele implicații sociale ale revoluției tehnico-științifice contemporane, definind rolul și menirea științei în transformarea multilaterală a societății, liderul politic de mare anvergură de care se leagă speranțele tuturor popoarelor și națiunilor angajate în lupta dură a supraviețuirii economice, un erou al păcii și al colaborării într-o lume bîntuită de contradicții și conflicte și dominată de spectrul uriașelor arsenale militare.

De numele tovarășei academician doctor inginer Elena Ceaușescu, eminent om de știință, prestigios savant de reputație internațională, luptător neobosit pentru transpunerea în viață a politicii interne și externe a partidului, se leagă organizarea cercetării științifice și tehnologice românești, materializarea conceptului de știință ca mijloc de producție, mobilizarea exemplară a întregului potențial științific național în amplul proces de edificare a civilizației socialiste, reformele inspirate din domeniul învățămîntului, culturii și activităților social-obștești. Pentru milioanele de oameni din patria noastră, tovarășa Elena Ceaușescu reprezintă un model luminos și un simbol inestimabil al femeii române contemporane.

Două biografii gemene, două destine revoluționare, două existențe exemplare de care este indisolubil legată istoria României de azi !

Zile de ianuarie, zile de sărbătoare, zile de angajare fermă, revoluționară, pentru realizarea integrală a sarcinilor și prevederilor de plan pe 1987 și pe întregul cincinal !

Zile de muncă susținută și de autodepășire — tot atîtea victorii în pașnicele bătălii pentru înfăptuirea istoricelor hotărîri ale Congresului al XIII-lea al partidului, pentru ridicarea patriei noastre pe noi culmi de progres și civilizație !

În atmosfera aceasta de emulație patriotică și entuziasm creator, în deplină unitate de cuget și simțire cu întreaga națiune, constructorii de mașini aduc un vibrant omagiu tovarășului Nicolae Ceaușescu, tovarășei Elena Ceaușescu și le urează ani mulți și fericiți, multă sănătate, putere de muncă și noi succese, pentru binele și prosperitatea României Socialiste, pentru pace și securitate în întreaga lume !

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXIX 1, ianuarie 1987

CUPRINS

Sisteme și utilaje de asigurare a calității tehnice a produselor

IOSUB, GH., LOGHIN, P. : **Analiza capabilității fabricației, factor hotărîtor în reușita mecanizării și automatizării montajului** 1

DORIN, AL., ENCIU, G. : **Utilizarea mașinilor de măsurat în coordonate în cadrul sistemelor flexibile de fabricație** 5

MOȚOIU, R., STANCU, MARIA, DOBRE, V., GOLDHAMER, MARIANA, GOLDHAMER, A., CHICULESCU, R. : **Dispozitive multicote de măsurare inteligentă** 13

DORIN, AL. : **Controlul automat al uzurii sculelor așchietoare în sistemele tehnologice flexibile** 17

DORIN, AL. : **Metode indirecte de diagnoză a uzurii sculelor așchietoare** 24

DOBRE, V., CÎMPAN, M. : **Familii de mașini automate pentru montajul, prin împerechere, al rulmenților cu bile** 31

CIORĂU, P. : BOTA, C., COSTACHE, M., BOCĂNEALĂ, M. : **Contribuții teoretice și practice privind examinarea nedistructivă a îmbinărilor sudate în colț de la circuitele de distribuție** 33

TROFIN, ILEANA, KISS, P. P., IONIȚĂ, D. : **Sistem de control și înregistrare a parametrilor de sudare cu arcul electric** 39

SĂNDULESCU, S., TOTHEZAN, P., CAZIMIROVICI, ELENA, TOTHEZAN, SORINA : **Analiza fiabilității motoarelor termice și efectul de feed-back al datelor din exploatare în activitatea de concepție** 43

ULMANU, V. : **Analiza fiabilității garniturii de foraj** 49

BALAȘIU, D. : **Investigațiile de avarie — metode noi de creștere a fiabilității** 56

MOȚOIU, R., IOSUB, GH. : **Costurile calității — o importantă resursă economică** 59

DOVAL, ELENA : **Disponibilitatea autovehiculelor și costurile exploatării** 63

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonator științific : Dr. ing. Gabriela Crișan

SUMARE

CZ : 338.062.214 : 621.52

Iosub, Gh., Loghin, P.: **Analiza capabilităţii fabricaţiei, factor hotărîtor în reuşita mecanizării şi automatizării montajului**

Cu ajutorul analizelor de capabilitate a fabricaţiei se obţin informaţii asupra stării de garanţie a procesului tehnologic realizîndu-se identificarea cauzelor generatoare de perturbaţii, natura şi mărimea acestora. Pe baza concluziilor desprinse din analizele de capabilitate, se pot lua decizii orientate spre înlăturarea factorilor generatori de perturbaţii, decizii privind timpul de menţinere a reglajelor, perioada de verificare şi refacere a acestora, decizii privind oportunitatea mecanizării sau automatizării montajului ş.a. Instrumentul de investigare cu care se operează în analizele de capabilitate este oferit de statistice — matematică. În articol sînt evidenţiate cîteva aspecte legate de metodele şi tehnicile folosite în analizele de capabilitate, inclusiv posibilitatea utilizării calculatorului electronic. Este prezentat un exemplu practic de montaj prin împerechere selectivă, rezultat ca o concluzie a unei analize de capabilitate efectuată anterior.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 1, 4 fig., 1 tab., 15 ref. bibl.

CZ : 621.314.1

Dorin, Al., Enciu, G.: **Utilizarea maşinilor de măsurat în coordonate în cadrul sistemelor flexibile de fabricaţie**

Lucrarea îşi propune să prezinte problematica maşinilor de măsurat, atît ca funcţionare de sine stătătoare, cît şi în contextul utilizării lor în liniile flexibile. Aceasta, în condiţiile necesităţii modernizării proceselor de fabricaţie, a automatizării la nivelul modulelor şi liniilor flexibile şi, mai tîrziu, al fabricilor complet automatizate. Sînt prezentate funcţiile „interne" şi „externe" ale maşinilor de măsurat, tipurile de palpe cu suprafeţele ce trebuie măsurate, modurile de prelucrare a informaţiilor. În partea a doua sînt făcute exemplificări ale integrării maşinilor de măsurat în sistemele flexibile de fabricaţie, produse de firme cu renume.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 1, 10 fig., 1 tab., 4 ref. bibl.

CZ : 621.753.1

Moţoiu, R., Stancu, Maria, Dobre, V., Goldhamer, Mariana, Goldhamer, A., Chiculescu, R.: **Dispozitive multicote de măsurare inteligentă**

În etapa actuală, implementarea sistemelor inteligente de măsurare şi control devine o necesitate obiectivă, al cărei scop principal este creşterea productivităţii muncii, prin reducerea timpului de control şi printr-o solicitare mai puţin intensă a operatorului. Realizate ca obiective de plan tehnic, aplicaţiile prezentate au, totodată, un marcat caracter de cercetare aplicativă conducînd la o străpungere tehnologică în domeniul controlului complex multidimensional.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 1, 9 fig., 3 ref. bibl.

CZ : 338.05 : 004.6 : 621.9.025

Dorin, Al.: **Controlul automat al uzurii sculelor aşchietoare în sistemele tehnologice flexibile**

Funcţionarea sistemelor flexibile de fabricaţie, la care participarea operatorului uman este foarte redusă, nu este posibilă fără folosirea sistemelor de diagnoză cu care se controlează, în mod automat, starea maşinilor-unelte, a sculelor aşchietoare şi a procesului de prelucrare. În lucrare se prezintă metotele de control automat al uzurii sculelor aşchietoare. Sînt analizate, în mod detaliat, metodele de control indirect: măsurarea timpului de aşchiere efectiv al sculelor aşchietoare, măsurarea forţelor sau momentelor de aşchiere. În final, este descris algoritmul care stă la baza luării deciziei de schimbare automată a sculelor aşchietoare în sistemele flexibile de fabricaţie.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 1, 6 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 338.05 : 004.6 : 621.9.025

Dorin, Al.: **Metode indirecte de diagnoza a uzurii sculelor aşchietoare**

În cazul proiectării sistemelor flexibile de fabricaţie o iportanţă deosebită se acordă controlului sculelor aşchietoare, deoarece siguranţa în funcţionare a procesului de producţie, în general, este determinată şi de tipul, construcţia şi condiţiile de exploatare ale sculelor aşchietoare. În funcţie de parametrul care se măsoară se folosesc următoarele metode de diagnoză a uzurii sculelor: în timpul prelucrării — se face controlul durabilităţii, controlul forţelor şi al momentelor de aşchiere, controlul curentului absorbit de motorul din lanţul cinematic principal etc.; înainte şi după prelucrare — se măsoară uzura cu palpatori, cu sisteme optice etc. În lucrare se prezintă cîteva metode indirecte de diagnosticare a uzurii sculelor aşchietoare folosite în sistemele flexibile de fabricaţie.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 1, 8 fig., 1 tab., 6 ref. bibl.

CZ : 621.757 : 621.822

Dobre, V., Cîmpan, M.: **Familii de maşini automate pentru montajul, prin împerechere, al rulmenţilor cu bile**

Asamblarea cu piesă de închidere de mărime variabilă, presortată, constituie forma cea mai evoluată de montaj selectiv. Un exemplu de rezolvare a asamblării pe această cale îl constituie montajul selectiv al rulmenţilor prin metoda cu bilă variabilă, corpul de rulare (bila) constituind elementul de închidere a lanţului de dimensiuni. Prin măsurarea simultană a diametrelor căilor de rulare ale inelului interior şi exterior, funcţie de jocul radial prescris, se determină, în urma unui calcul matematic, diametrul bilelor care satisfac condiţia de montaj.

Construcţia de maşini, 39 (1986), nr. 1, 4 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 620.179.16 : 620.179.15

Ciorău, P., Bota, C., Costache, M., Bocăneală, M.: **Contribuţii teoretice şi practice privind examinarea nedistructivă a îmbinărilor sudate în colţ de la circuitele de distribuţie**

Se prezintă rezultatele examinărilor cu ultrasunete (US) şi cu radiaţii penetrante (Rx) a îmbinărilor sudate în colţ de la distribuţiile în „T" a circuitelor de abur. Gama de grosimi şi diametere examinate se întinde de la 133x6÷640x60 mm. Sînt definite tehnicile de examinare US, funcţie de grosimea ştuţului, de geometria şi grosimea îmbinării sudate. Aprecierea mărimii discontinuităţilor se face funcţie de parcursul ultrasonic, frecvenţa şi mărimea cristalului piezoelectric. Utilizarea metodei DAM pe suprafeţe curbe necesită corecţia în parcursul ultrasonic. Se prezintă o nomogramă de calcul al tehnicii de expunere cu dublu film, utilizînd o expunere constantă.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 1.

CONTENTS

DC : 933.062.214 : 621.52

Iosub, Gh., Loghin, P.: **Capability production analysis, an important coefficient in mechanization succes and assembly automatization**

With the help of capability production analysis it can obtaine informations on the security situation of technological process achieving the indentification of the causes, generating the disturbances, the nature and measures of these. On the basis of the conclusions detached from the capability analysis, you can take resolutions directed to remove the factors of the disturbances generators, resolutions on maintaining time of adjustements, cheking and recovery time of these, resolutions on mechanizations oportunity or assembly automatization. The investigation instrument, with one can operate in the capability analysis, is offered by mathematic-statistics. In the paper, there are pointed out some aspects about the methods and technics used in capability analysis, including the possibility of using an electronical computer. We present a practical assembly example by selective pairing, resulted like a conclusion of a capability anallysis made before.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 1, 4 fig., 1 tab.. 15 ref. bibl.

DC : 621.314.1

Dorin· Al., Enciu, G.: **The usage of the measuring machines in coordinates as part of flexible manufacturing systems**

This paper proposes to show the measuring machines problems, both as independent running, and in the context of their usage in flexibles lines. That, in the necessity of the production processes modernizing, of the automatization at the modules level and flexibles lines and, later, of the complete automatic factories. There are shown the „inner" and „outer" functions of the measuring machines, the types of the parts with surfaces which must be measured and the data processing manners. In the second part of the paper, these are presented some examples on the measuring machines integration in the flexible manufacturing systems, made by well-known companies.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 1, 10 fig., 4 ref. bibl.

DC : 621.753.1

Moțoiu, R., Stancu, Maria, Dobre, V., Goldhamer, M., Goldhamer, A., Chiculescu, R.: **Multi-dimensional devices for intelligence measuring**

In the present stage, the implementation of the intelligent systems for measuring and control becames an objective necessity its main purpose being the working productivity increase, by the control time reduction and by a less·intense stress of the operator. Carried out as an object of technical plan, the presented applications have however a distinct character of applying research leading to a technological penetration in the field of the complex multi-dimensional control.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 1, 9 fig., 3 ref. bibl.

DC : 338.05 : 004.6 : 621.9.025

Dorin, Al.: **Automatic control of cutting-tools wear in the flexible technologies systems**

The running of the flexible manufacture systems where the human operator participation is very reduced, is not possible without using diagnosis systems for automatical control of machine-tools condition, cutting-tools and production process. In this paper, there are presented the automatic control methods of cutting-tools wear. Indirect control methods are analysed in detail :

— the measuring of the effective cutting-time of the cutting-tools

— the measuring of the forces or cutting moments.

Finally, there is described the basic algorithm which is used for automatic change resolution of the cutting-tools in the flexible manufacturing systems.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 1, 6 fig., 5 ref. bibl.

DC : 338.05 : 004.6 : 621.9025

Dorin, Al.: **Indirect diagnosis methods of cutting-tools wear**

A special importance in flexible manufacturing systems designing has the cutting-tools revision because the operating safety of the producing process is generally determined by the type, construction and operating conditions of the cutting-tools. The following methods of tools wear diagnosis are used depending on the parameter to be measured : during machining, it is made the fest of working life, forces and cutting-moments, of the current taken frome the engine of main cinematic chain, etc., before and after machining, the wear is measured with feelers, optical systems, etc. The paper shows some indirect methods of the cutting-tools wear diagnosis used in the flexible manufacturing systems.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 1, 8 fig., 1 tabl., 6 ref. bibl.

DC : 621.757 : 621.322

Dobre, V., Cîmpan, M.: **Automatic machine families for ball-bearing assembly by pairing**

The assembling with the breechblock of a previous sorted variable size represents the most advanced form of selective assembly. An example to solve the assembling on this way is the selective assembly of the bearings by the variable ball method, the rolling ball being the shutting unit of the dimensions chain. By a simultaneous measuring of the ball grooves diameters of the inner and outer ring, depending on specified radial clearance, the balls diameter which satisfies the assembly condition is determined after a mathematical calculus.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 1, 4 fig., 4 ref. bibl.

DC : 620.179.16 : 620.179.15

Ciorău, P., Bota, C., Costache, M., Bocăneală, M.: **Practical and theoretical contributions concerning the non-destructive testing of fillet welds in distribution circuits**

The results of ultrasonic (US) and penetrating radiation (Rx) examinations of fillet welds from the T distributions of steam circuits are presented. The thickness and diameter range examined is between 133x6 ÷ 640x60 mm. The ultrasonic (US) examination techniques are defined as a function of nozzle thickness, the actual geometry and thickness of the welded joints. The evaluation of discontinuities is made as a function of the ultrasonic path, the piesoelectric crystal size and frequency. The use of the DAM method on curved surfaces requires correction of the ultrasonic path. A chart of the exposure technique with double film is presented using a constant exposure.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 1.

SOMMAIRES

CD : 938.062.214. : 621.52

Iosub, Gh., Loghin, P. : **Analyse de la capabilité de la fabrication facteur décisif dans la réussite de la mécanisation et de l'automatisation du montage**

On dispose, à l'aide des analyses de capabilité de la fabrication, des renseignements en ce qui concerne l'état de garantie du processus technologique, réalisant l'identification des causes génératrices de perturbations (leur nature et grandeur). Conformément aux conclusions qui se détachent des analyses de capabilité, on peut prendre des décisions orientées vers la disposition des facteurs générateurs de perturbations, des décisions en ce qui concerne le temps maintien des réglages, l'interval de vérification et de leurs redressement, des décisions sur l'opportunité de la mécanisation ou l'automatisation du montage. L'instrument d'investigation à l'aide duquel on actionne dans les analyses de capabilité est offert par la statistique-mathematique. Le présent article met en évidence quelques aspects en ce qui concerne les méthodes et les techniques utilisés dans les analyses de capabilité, y compris la possibilité de l'utilisation du calculateur électronique. On présente un enample pratique montage par pairage sélectif en conclusion d'une analyse de capabilité effectuée antérieurement.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 4 fig., 1 tab.. 15 réf.

CD : 621.314.1

Dorin, Al., Enciu, G. : **Utilisation des machines à mesurer en coordonnées dans le cadre des systèmes flexibles de fabrication**

L'article présente la problematique des machines à mesurer indépendantes et aussi utilisées dans le cadre des lignes flexibles. Cela correspond aux nécessités de la modernisation des procédés de fabrication, de l'automatisation au niveau des modules et des lignes flexibles et en perspective aux fabriques complètement automatisées. On présente les diverses fonctions des machines à mesurer, les pièces aux surface destinées à être mesurées, la manière de dépouillement des informations etc. Finalement on montre des exemplifications sur l'intégration des machines à mesurer dans les systèmes flexibles de fabrication, produits par des firmes de prestige

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 10 fig., 1 tab. 4 ref.

CD : 621.753.1

Moţoiu, R., Stancu, Maria, Dobre, V., Goldhamer, V., Goldhamer, M., Chiculescu, R. : **Dispositifs multicotes à mesurer**

A présent l'introduction des systèmes intelligents de mesure et contrôle devient une nécessité objective dont le but principal est l'augmentation de la productivité du travail, par la réduction du temps de contrôle et par une moindre sollicitation de l'opérateur. Réalisées dans le cadre du plan technique, les applications présentées ont, à la fois, un marquant caractère de recherche appliquatif, réalisant aussi une performance technologique dans le domaine du contrôle complexe multidimensionnel.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 9 fig., 3 ref. bibl.

CD : 338.05 : 004.6 : 621.9.025

Dorin, Al. : **Le contrôle automatique de l'usure des outils de coupe travaillant dans les systèmes technologiques flexibles**

Le fonctionnement des systèmes flexibles de fabrication se caractérisant par la participation très reduite de opérateur humain n'est pas possible sans l'utilisation des systèmes de diagnose qui vérifient autonatiquement l'état des machines-outils, des outils de coupe et du processus d'usinage. Le présent article se refère aux procédés de contrôle automatique de l'usure des outils. On analyse en détail : le temps de travail effectif des outils, la determination des forces et des moments de coupe. A la fin on decrit l'algorithme qui determine la prise de decision de changement automatique des outils de coupe dans les systèmes flexibles de fabrication.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 6 fig., 5 ref. bibl.

CD : 338.05 : 004.6 : 621.9.025

Dorin, Al. : **Méthodes indirectes de diagnose de l'usure des outils de coupe**

Dans le procès d'élaboration des systhèmes flexibles de fabrication on accorde une grande importance au contrôle des outils de coupe pour assurer la continuité de fonctionnemenet de la production. En dépendence du paramètre mesuré pendant l'usinage on contrôle la durabilité, les forces et les moments de coupe, le courant absorbé par le moteur de la chaîne cinématique principale avant et après l'usinage, on mesure l'usure à l'aide des palpeurs, des systèmes optiques etc. Le présent article envisage aussi quelques méthodes indirects pour diagnostiquer l'usure des outils de coupe, fréquemment utilisés dans les systhèmes flexibles de fabrication

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 8 fig., 1 tab.. 6 ref. bibl.

CD : 621.757 : 621.822

Dobre, V., Cîmpan, M. : **Familles de machines automatisées pour le montage par pairage des roulements à billes**

L'assemblage à pièce de fermeture de grandeur variable présorté est la forme la plus évolué de montage selectif. Un exemple de résolution de l'asemblage par cette voie est de montage selectif des roulements par la méthode à bille variable, la bille étant l'élément de fermeture de la chaine de dimensions. Par la suite de la mesure simultanée des diamètres des voies de roulement de la bague intérieur et extérieur, on determine par un calcul mathématique, en fonction du jeu radial préscrit, le diamètre des billes satisfaisant la condition de montage.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 4 fig., 4 ref. bibl.

CD : 620.179.16 : 620.179.15

Ciorău, P., Bota, C., Costache, M., Bocăneală, M. : **Contributions théoriques et pratiques à la technique du contrôle non-destructif des joints soudés en angle de la tuyauterie de distribution**

On présente les résultats du contrôle par ultrasons (US) et aux rayons pénétrantes (Rx) des joints soudés en angle des assemblages en T des tuyaux de vapeur. La gamme d'épaisseurs et de diamètres s'étend de 133x6 à 640x60 mm. On définit des techniques de contrôle US en fonction de l'épaisseur du raccord, de la géométrie et l'épaisseur réelle du joint soudé. L'évaluation des discontinuités est réalisée en partant du trajet ultrasonique, de la fréquence et des dimensions du cristal piézo-électrique. L'utilisation de la méthode AVG sur des surfaces courbes impose la correction du trajet ultrasonique. On présente une nomogramme de calcul pour la technique d'exposition à double film, l'exposition étant maintenue constante.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 938.062.214 : 621.52

Iosub, Gh., Loghin, P.: **Analyse der Leistungsfähigkeit der Fabrication als bestimmender Faktor auf dem Gebiet der Montagemechanisierung — und Automatisierung**

Die Analyse der Fabricationsleistungsfähigkeit liefert Informationen über die Zuverlässigkeit des technologischen Verfahrens durch Erkennung der Störquellen, ihrer Grösse und Natur. Auf Grund der Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsanalysen sind Entschiedungen für die Beseitigung der Störquellen, und über die Zeitdauer der Regelungskonstanthaltung deren Überprüfung und Wiederherstellung, über die Notwendigkeit der Mechanisierung und Automatisierung der Montage usw zu treffen. Das Forschungsinstrument für Leistungsfähigkeitsanalysen wird von der mathematischen Statistik zur Verfügung gestellt. Der Beitrag zeigt einige Aspekte der Methoden und Techniken der Leistungsfähigkeitsanalysen, einschliesslich der Anwendungsmöglichkeit des elektronischen Rechners. Es wird ein praktisches Montagebeispiel über selektive Paarung als Schlussfolgerung einer vorhergehenden Leistungsfähigkeitsanalyse dargestellt.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 1, 4 Fig., 1 Taf., 15 Lit.

DK : 621.314.1

Dorin, Al., Enciu, G.: **Anwendung der Koordinatenmessmaschinen innerhalb der flexiblen Fabrikationssystemen**

Der Beitrag stellt die Problematik der Messmaschinen sowohl vom Standpunkt ihrer selbständigen Funktion, als auch im Rahmen ihrer Anwendung auf flexible Linien unter den Bedingungen der Notwendigkeit der Modernisierung der Fabrikationsprozesse, der Automatisierung der Module und flexiblen Linien sowie der vollständig automatisierten Fabriken der Zukunft dar. Es werden die „Innen — und Aussenfunktionen" der Messmaschinen, die Werkstücktypen mit den zu messenden Oberflächen, die Bearbeitungsarten der Informationen gezeigt. Im 2-ten Teil der Arbeit wird anhand von Beispielen die Einbeziehung der Messmaschinen in einige von namhaften Firmen gelieferten flexiblen Fabrikationssysteme dargestellt.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 1, 10 Fig., 1 Taf., 4 Lit.

DK : 621.753.1

Moțoiu, R., Stancu, Maria, Dobre, V., Goldhamer, M.: **Mehrdimensionale Ausrüstungen für inteligentes Messen**

Der Einbezug von inteligenten Mess — und Kontrollsystemen mit dem Hauptziel der Steigerung der Arbeitsproductivität über die Reduzierung der überprüfungszeit und der Belastung des Bedieners ist zu einer dringenden Notwengkeit unser Zeit geworden. Die technoisch realisierten und hier gezeigten Beispiele weisen zugleich einem praxisgebundenen Ferschungscharakter auf, in dem sie zu einem technologischen Eindringen in das Gebiet der komplexen mehrdimensionallen Kontrolle führen.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 1, 9 Fig., 3 Lit.

DK : 338.05 : 004.6 : 621.9.025

Dorin, Al.: **Automate Verschleisskontrolle der Schneidwerkzeuge in flexiblen technologischen Systemen**

Die Funktion der flexiblen bedienungsarmen Fabrikationssysteme ist ohne Einsatz von Diagnoseverfahren zwecks Automatkontrolle der Werkzeugmaschinen, der Schneidwerkzeuge und Bearbeitungsverfahrens nicht möglich. Der Beitrag zeigt die automaten Verschleisskontroll — methoden der Schneidwerkzeuge. Die indirekten Kontrollmethoden u.zw: Messung der Ist-Laufzeit der Schneidwerkzeuge, Messung der Schnittkräfte — und Momente werden ausführlich analysiert. Schliesslich wird der Algorythmus auf dessen Grunde die Entscheidung der automaten Schneidwerkzeugwechsel in die flexiblen Fabrikationssysteme erfolgt, beschrieben.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 1, 6 Fig., 5 Lit.

DK : 338.05 : 004.6 : 621.9.025

Dorin, Al.: **Indirekte Verschleissdiagnosemethoden der Schneidwerkzeuge**

Bei der Projektierung der flexiblen Fabrikationssysteme wird der Kontrolle der Schneidwerkzeuge eine grosse Bedeutung beigemessen, da die Zuverlässigkeit des Produktionsprozesses allgemein auch vom Types, Aufbau und Betriebsbedingungen der Schneidwerkzeuge bedingt wird, in Abhängigkeit von der Messgrösse erden folgende Verschleissdiagnosemethoden der Werkzeuge eingesetzt. Während der Bearbeitung wird die Lebensdauer, die Schnittkräfte — und Momente, die Stromaufnahme des Motors in der kinematischen Hauptkette u.s.f. gemessen. Vor und nach der Bearbeitung wird der Verschleiss mit Fühlern und Optiksystemen u.s.f. gemessen. Der Beitrag zeigt einige indirekte Verschleissdiagosemethoden der Schneidwerkzeuge in flexiblen Fabrikationssystemen.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 1, 6 Fig., 5 Lit.

DK : 621.757 : 621.822

Dobre, V., Cîmpan, M.: **Automate Maschinenfamilien für die Paarungsmontage der Kugellager**

Der Zusammenbau mit vorausgewählten Abschlussteil veränderlicher Grösse stellt die entwickeltste Form der Selektivmontage dar. Ein Beispiel für diese Art von Zusammenbau ist die Selektivmontage der Kugellager mit Hilfe der variablen Kugel, wobei der Rollkörper (die Kugel) das Absschlusselement Dimensionalkette bildet. Durch gleichzeitiges Messen der Rollbahnendurchmesser des Innen — und Aussenrings in Abhängigkeit von dem vorgeschriebenen Radialspiel wird auf Grund einer mathematischen Rechnung der Durchmesser der Kugel die die Montagebedingung erfüllen, bestimmt.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 1, 4 Fig., 4 Lit.

DK : 620.179.16 : 620.179.15

Ciorău, P., Bota, C., Costache, M., Bocăneală, M.: **Theoretische und praktische Beiträge zur zerstörungsfreien Prüfung der Kehlnahtverbindungen von den Verteilungskreisen**

Es werden die Ergebnisse der Utraschallprüfungen (US) und mit durchdringenden Strahlungen von den T — Verteilern den Dampfkreisen, dargestellt. Die Dickenanzahl und die geprüften Durchmesser erstrecken sich von 133x6 — 640x60 mm. Es werden die Prüfungstechniken US bezüglich der Stutzendicke, der Geometrie und der gegenwärtigen Dicke der Schweissverbindung bestimmt. Die Schätzung der Unstetigkeitsgrössen erfolgt hinsichtlich der Ultraschallstrecke, der Frequenz und der piezoelektrischen Kristallgrösse. Die Anwendung der DAM-Methode auf gekrümmten Oberflächen benötigt eine Korrektur in der Utraschallstrecke. Es wird ein Rechnungskurvenblatt der Bestrahlungstechnik mit Doppelfilm, indem eine konstante Exponierung benützt wird, dargestellt.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 1

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 938.062.214 : 621.52

Йосуб Г., Логин Р.: *Анализ работоспособности производства, решающий фактор для успешной механизации и автоматизации сборки*

С помощью анализа работоспособности производства получаются информации о надежности состояния технологического процесса с выявлением причин, вызывающих неполадки, их природы и размера. На основе выводов, вытекающих из анализов работоспособности, могут быть приняты решения, направленые на исключение факторов, вызывающих неполадки, решения, относящиеся к времени преведения наладок, периода их проверки и восстановления, решения о целесообразности механизации или автоматизации сборки и.т.д. Математическая статистика дает инструмент обследования при проведении анализа работоспособности. В статье отмечены отдельные аспекты, связанные с методами и способами, применяемыми в анализах работоспособности, в том числе возможность применения ЭВМ. Приведен практический пример сборки путем выборочного спаривания, результирующий в итоге ранее проведенного анализа работоспособности.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
№ 1, 4 рис., 1 табл., 15 библ. ссылок

ДК : 621.314.1

Дорин Ал.; Энчиу Г.: *Использование координатно-измерительных машин в гибких производственных системах*

В работе рассматривается проблематика измерительных машин как с точки зрения их функционирования, так и в отношении использования их в рамках гибких производственный линий, имея в виду необходимость модернизирования процессов производства, автоматизации модулей и гибких линий и позже — полной автоматизации заводов. В работе представлены «внутренние» и «внешние» функции измерительных машин, типы деталей с измеряемыми поверхностями, способы обработки информаций..

Во второй части работы даны примеры встройка измерительных машин в гибкие производственные системы, изделия известных фирм.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
№ 1, 10 рис., 1 табл., 4 библ. ссылок

ДК : 621.753.1

Мотою Р., Станку М., Добре В., Голдхамер М., Голдхамер А., Кикулеску Р.: *Интеллектуальные приспособления многомерного измерения*

На данном этапе внедрение интеллектуальных контрольно-измерительных систем становится объективной необходимостью, главной целью которой является рост производительности труда путём уменьшения времени на контроль и путём менее интенсивной загруженности оператора.

Выполненые как задачи технического плана, представленные примеры имеют в то же время и ярко выраженный характер прикладного исследования, что ведёт к технологическому прорыву в области сложного многоразмерного контроля.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
№ 1, 9 рис., 3 библ. ссылок

ДК : 338.05 : 004.6 : 621.9.025

Дорин Ал.: *Автоматический контроль износа режущего инструмента в гибких технологических системах*

Функционирование гибких систем производства, в которых участие человека очень сокращено, невозможно без использования систем диагнозирования для автоматического контроля состояния станков, режущего инструмента и процесса обработки.

В работе представлены способы автоматического контроля износа режущего инструмента. Детально проанализированы способы непрямого контроля: измерение фактического времени резания режущих инструментов, измерение сил и моментов резания. В конце описан алгоритм, являющийся основанием для принятия решения об автоматической смене режущего инструмента в гибких системах производства

Constructţia de maşini, 39 (1987),
№ 1, 6 рис., 5 библ. ссылок

ДК : 338.05 ; 004.6 ; 621.9.025

Дорин Ал.: *Способы непрямого диагноза износа режущего инструмента*

В случае проектирования гибких производственных систем особое внимание уделяется контролю режущих инструментов, т.к. эксплуатационная надёжность производственного процесса в основном определяется и типом, конструкцией, а также и условиями эксплуатирования режущих инструментов.

В зависимости от измеряемого параметра применяются следующие способы диагнозирования износа инструментов: во время работы производится контроль прочность, контроль сил и моментов резания, контроль электротока, потребляемого двигателем главной кинематической цепи и др.; перед и после обработки измеряется износ щупами, оптическими системами и др.

В работе представлено несколько непрямых способов диагнозирования износа режущих инструментов, используемых в гибких производственных системах.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
№ 1, 8 рис., 1 табл., 6 библ. ссылок

ДК : 621.757 : 621.822

Добре В., Кымпан М.: *Семейства автоматических машин для сборки спариванием шарикоподшипнцков*

Сборки с предварительно выбранной завершающей деталью переменной величины является самой развитой формой выборочного монтажа.

Примером сборки такого рода является выборочная сборка подшипников с шариком переменной величины, который (тело качения) является завершающим элемменотом размерного ряда.

Путём одновременного измерения диаметров дорожек качения внутреннего и наружного кольца, в зависимости от заданного радиального зазора, математически вычисляется диаметр шариков, отвечающих условиям сборки.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
№ 1, 4 рис., 4 библ. ссылок

CZ : 338.062.214 : 621—52 : 621.791.7

Trofin, Ileana, Kiss, P. P., Ioniță, D.: **Sistem de control și înregistrare a parametrilor de sudare cu arcul electric**

Sistemul de control și înregistrare a parametrilor de sudare cu arcul electric (tensiunea arcului, curentul de sudare, viteza de sudare, viteza de avans al sîrmei electrod, temperatura de preîncălzire) se utilizează în cazul lucrărilor de sudură de înaltă calitate. Dintre aplicațiile caracteristice menționăm: industrie de utilaj chimic, industria aeronautică, CNE etc. și în general procese de sudare integral automatizate. Sistemul asigură atît înregistrarea parametrilor de sudare, cît și încadrarea acestora într-un cîmp de toleranțe prescris de tehnologia de sudare, avînd posibilitatea ca, în cazul depășirii acestui cîmp, să intervină asupra instalației de sudare cu care este cuplat.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 1, 4 fig., 1 tab.

CZ : 658.562 : 621.004.64

Săndulescu, S., Tothezan, P., Tothezan, Sorina, Cazimirovici, Elena: **Analiza fiabilității motoarelor termice și efectul de feed-back al datelor din exploatare în activitatea de concepție**

În acest scop au fost achiziționate informații din exploatarea propriu-zisă a motoarelor termice și, utilizînd metode ale statisticii matematice și ale calculului probabilităților, a fost conceput un program pe calculator cu ajutorul căruia s-a urmărit modul de comportare în exploatare a motoarelor supuse analizei. Alura curbelor trasate a evidențiat nivelul inidicatorilor de fiabilitate rezultați pentru perioada de funcționare a motoarelor luate în studiu, precum și implicațiile economice în sfera exploatării și a producției.

Aceste date pot constitui o importantă sursă de informații la proiectarea noilor motonave.

Construția de mașini, 39 (1987), nr. 1, 7 fig., 1 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 658.562 : 621.004.64

Balaşiu, D.: **Investigațiile de avarie — metode noi de creștere a fiabilității**

Intenția lucrării este de a releva importanța analizelor complexe a cauzelor ce duc la defectarea ansamblelor în funcționare pentru creșterea fiabilității lor. Conceptul investigației de avarie definește o înlănțuire de analize, trecînd prin analize de laborator, ce are ca scop precizarea cauzei primare care a produs avaria. În lucrare se prezintă succint schema de desfășurare a unei astfel de investigații de avarii.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 1, 3 ref. bibl.

CZ : 658.562 : 621.004.64

Ulmeanu, V.: **Analiza fiabilității garniturii de foraj**

Avariile garniturii de foraj produse sub acțiunea solicitării complexe variabile de tracțiune și compresiune, torsiune, încovoiere și presiune interioară, la șocuri și vibrații ridică probleme tehnico-economice deosebite, fiind necesară o metodologie de apreciere cît mai exactă a siguranței în funcționare. În lucrare se analizează metodele de determinare a fiabilității garniturii de foraj pe baza datelor din exploatare, prin experimentări în condiții semiindustriale și prin metode analitice, prezentînd o metodologie de determinare a probabilității de bună funcționare a unui element al garniturii de foraj pe baza istoriei solicitărilor și a unei ipoteze de degradare cumulativă la oboseală. Se determină coeficientul de siguranță care să asigure o durabilitate dată, iar metodele analizate sînt însoțite de aplicații numerice.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 1, 6 fig., 2 tab., 15 ref. bibl.

CZ : 338.063.41 : 658.562

Moțoiu, R., Iosub, Gh.: **Costurile calității — o importantă resursă economică**

Articolul face precizări privind relația dintre obligativitatea calității și resursele financiare necesare pentru atingerea optimului economic, știut fiind că acesta nu întotdeauna se situează la calitatea maximă. Totodată, în articol se dă răspuns la întrebarea „care este măsura calității", după care se propune spre analiză determinismul dintre costurile calității și indicatorul „cheltuieli la 1000 lei producție marfă". Printr-un exemplu concret, se arată că aplicarea unor măsuri de îmbunătățire a calității are efecte în planul reducerii cheltuielilor evitabile (cu noncalitatea), ceea ce conduce la ameliorarea indicatorului „cheltuieli la 1000 lei producție marfă".

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 1, 5 fig.

CZ : 338.063.41 : 629.119

Doval, Elena: **Disponibilitatea autovehiculelor și costurile exploatării**

Orice beneficiar, la achiziționarea unui produs, dorește ca să-l utilizeze un timp cît mai îndelungat, cu cheltuieli cît mai mici și fără a interveni în vreun fel, ceea ce este imposibil la produsele reparabile și, în special, la produsele complexe cum sînt autovehiculele (autocamioane, autobuze, automobile). În această lucrare, se subliniază necesitatea prevederii costurilor exploatării autovehiculelor, astfel ca investiția făcută de beneficiar să fie eficientă, ținînd cont de influența acestor costuri asupra disponibilității.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 1, 3 fig., 5 ref. bibl.

DC : 338.062.214 : 621—52 : 621.791.7

Trofin, Ileana, Kiss, P.P., Ioniță, D.: **Control and recording system of the arc welding parameters**

The control and recording system of the arc welding parameters (arc voltage, welding crrent, rate of welding, penetration feed of the electrode wire, pre-heating temperature) is used in high quality welding works. Among the characteristic applications, we mentione: chemical equipment industry, aeronautics industry, nuclear-electrical station, and, generally the integral automatized welding processes. The system assures both the recording of welding parameters and their placing in a prescribed tolerance zone by the welding technology, having the possibility, as in the case of exceeding this to intervence on the welding plant it is coupled with.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 1, 4 fig., 1 tabl.

DC : 658.562 : 621.004.64

Săndulescu, S., Tothezan, P., Tothezan, Sorina, Cazimirovici, Elena: **Heat engines reliability, analysis and the feed-back effect of working dates in the design activity**

It has been acquired in this purpose informations from the so-called operation of the heat engines and it was conceived using methods of mathematic statistics and propabilities determination a computer programme which helped to follow the working attitude way of sumitted engines analysis. The rate of marked curves has emphasized the indicatives levels of the resulted reliability for the running time of the studied engines, as well as the economically inference in the operation and production domain.

These data can constitute an important source of informations for the new motorships designing.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 1, 7 fig., 1 tab., 5 ref. bibl.

DC : 658.562 : 621.004.64

Bałaşiu, D.: **Damage inquiries-new methods of reliability increase**

The present paper has the intention of pointing out the complex analiysis, importance of the causes which lead to the assemblies failing in running for their reliability increase. The damage inquiry concept defines an analysis concatenation, passing by laboratory analysis, having for an object to specify the initial cause which have produced the damage.

The paper shows in a concise way the development scheme of one of such a damages inquiries.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 3 ref. bibl.

DC : 658.562 : 621.004.64

Ulmanu, V.: **Reliability analysis of boring tools**

Boring tools damages produced under the action of variable duty complexes of torsional stress, flexure, traction press, compression press, internal pressure at shocks and vibrations, rises special technical-economically problems being necessariy an estimate methodology for an exactly working reliability. In the paper we analyse methods of boring tools reliability determination based on working dates, through pilot-scale conditions experiments and analytical methods presenting a methodology of probability determination for good running of a boring tools unit on the base of press historia and a cumulative degradation theory at fatigue. The coefficient of safety is determined to assure a given durability and the analysed methods are accomplished by numerical applications.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 6 fig., 2 tabs., 16 bibl. paps.

DC : 338.063.41 : 658.562

Moţoiu, R., Iosub, Gh.: **Quality costs-an important economical resource**

The paper makes specifications concerning the relationship between quality obligativity and financial resources needed for attaining economical best, knowing the fact that this is not allways situated at the maximum quality.

At the same time, paper is giving an answer to the question: „which is the quality measure ?", after which, it is proposed for analysis the determinism between quality costs and „expensives/1000 lei commodity market" indicative

Through a concrete example, it is showed that application of some improvement measures of quality has effects in the plan of avoiding costs-reduction (with non-quality) which leads to the improvement of „expensives/1000 lei commodity market" indicative.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 5 fig.

DC : 338.063.41 : 629.119

Doval, Elena: **Vehicle availability and costs of working**

No doubt, any customer, when purchasing a product, wishes to use it as long as possible and with as few expenses and as litle effort as possible, which is, unfortunatelly, quite imposible as far as repairable products and particularly complex ones such as trucks, motor-cars, buses, are concerned. Therefore, in this paper, we intend to emphasize the need for motor vehicle operation expenses, with a view to making efficient customer's investment, taking into account the positive effect of these expenses upon availability.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 3 figs., 5 ref. paps.

CD : 338.062.214 : 621.791.7

Trofin, I., Kiss, P.P., Ioniţă, D.: **Systhèmes de contrôle et enregistrement des paramètres de soudage à l'arc électrique**

Le systhème de contrôle et enregistrement des paramètres de soudage à l'arc électrique (la tension de l'arc, le courant de soudage, la vitesse de soudage, la vitesse d'avance du filélectrode, la température de preéchauffement) est utilisé dans le cas des opérations de haute qualité. On mentionne parmi les applications caractéristiques celles de l'industrie aéronautique etc. et en général les procès de soudage entièrement automatisés. Le systhème assure aussi bien l'enregistrement des paramètres de soudage, comme leur encadrement dans un champ de tolérances preétablis par la technologie de soudage, ayant la possibilité d'actionner , dans l'éventualité de non encadrement dans l'interval preétabli, sur l'installation de soudage accouplé.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 4 fig., 1 tab.

CD : 658.562 : 621.004.64

Săndulescu, S., Tothezan, P., Tothezan, Sorina, Cazimirovici, E.: **L'analyse de la fiabilité des moteurs thermiques et leur effet feed-back des données d'exploitation dans l'activité de conception**

A cet effet ont été acquises des informations statistiques de l'exploitation des moteurs thermiques. On utilise les méthodes de la statistique mathématique et du calcul des probabilités, on a conçu un programme sur ordinateur à l'aide duquel on a analysé en exploitation le comportement des moteurs soumis à l'analyse. Les relations établis ont mis en évidence le niveau des indicateurs de fiabilité enregistrés pour la période d'observation du fonctionnement des moteurs, aussi que les coûts de l'exploitation dans la sphère productive. Ces données constituent une importante source d'informations en vue de la projection des nouveaux types de moteurs.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 7 fig., 5 ref. bibl.

CD : 658.562 : 621.004.64

Bałaşiu, D.: **Investigations d'avarie — Méthodes nouvelles pour l'augmentation de la fiabilité**

Le présent article a pour but de mentioner l'importance des analyses complexes des causes qui conduisent à la détériorisation des ensembles en fonction ayuant comme but l'augmentation de leur fiabilité. La notion de „l'investigation d'avarie" définit une chaîne d'analyses de laboratoire ayant comme but de déterminer la cause primaire qui a produit l'avarie. L'article présente brièvement le schéma de déroulement général d'une telle investigation d'une avarie.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 3 ref. bibl.

CD : 658.562 : 621.004.64

Ulmanu, V.: **L'analyse de la fiabilité de la garniture de forage**

Les avaries de forage produites sous l'action de la solicitation complexe variable combinée de traction et compresion, torsion, courbement, pression intérieure aux chocs et de vibrations, posent des problèmes technico-économiques particuliers. Ainsi s'impose la nécessité d'établir une méthodologie d'appréciation du fonctionnement. Le présent article définit les possibilités de détermination de la fiabilité de la garniture de forage, disposant des données obtenues en exploitation, dans des conditions de fonctionnement semiindustriales, mais aussi des méthodes analitiques. On détermine la probabilité de fiabilité d'un élément de la garniture de forage, à l'aide des sollicitations et partant d'une hypothèse admise de dégradation comulative à la fatique. On détermine ainsi le coefficient de sureté correspondant à une durabilité imposée. Pour que la méthode présentée soit plus convainquante, on présente aussi quelques applications numériques.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 6 fig., 2 tab., 16 réf

CD : 338.063.41 : 658.562

Moţoiu, R., Iosub, Gh. : **Les coûts de la qualité — une ressource économique importante**

L'article précise la relation qui existe entre l'obligativité de la qualité et les ressources financiers nécessaires pour atteindre cette qualité. On poursuit l'optimisation économique de la qualité obtenue. En même temps l'article répond à la question : quelle est la mesure de la qualité ? On propose pour l'analyse la relation entre les coûts de la qualité et l'indicateur „frais pour obtenir des produits en valeur de 1000 lei".

A l'aide d'un exemple concret on montre l'application des mesures d'amélioration de la qualité

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 5 fig.

CD : 333.063.41 : 629.119.

Doval, E. : **La disponibilité des automobiles et les coûts de l'exploitation**

Cet article souligne la nécessité de la prévision des coûts de l'exploitation des automobiles pour que l'investissement du bénéficiaire soit efficace. On se réfère à l'influence des coûts d'investissement, d'exploitation sur la disponibilité de l'automobile.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 1, 3 fig., 5 ref. bibl.

DK : 338.062.214 : 621.791.7

Trofin, I., Kiss, P.P., Ioniţă, D. : **Registrier — und Kontrollsystem der Lichtbogenschweisskengrössen**

Das Registrier — und Kontrollsystem der Lichtbogenschweisskenngrössen (Lichtbogenspannung, Schweissstrom, Schweissgeschwindigkeit, Vorschubgeschwindigkeit der Drahtelektrode, Vorwärmungstemperatur) wird für Schweissarbeiten hoher Qualität eingesetzt. Seine wichtigsten Einsatgebiete sind : die Industrie für chemische Ausrüstung, Aeronautik und vollständig automatisierte Schweissverfahren. Das System erlaubt sowohl das Registrieren der Schweisskenngrössen, sowie deren Eingliederung in ein vorgeschriebenes Toleranzfeld der Schweisstechnologie unter Berücksichtigung der Möglichkeit eines Eingriffs in die Schweissanlage im Falle der Überschreitung dieses Feldes.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 1, 4 Fig., 1 Taf.

DK : 658.562 : 621.004.64

Săndulescu, S., Tothezan, P., Tothezan, Sorina, Cazimirovici El : **Zuverlässigkeitsanalyse der thermischen Motoren und die feed-back-Wirkung der Betriebskenngrössen auf den Entwicklungsprozess**

Zu diesem Zweck wurden Informationen aus dem eigentlichen Betrieb der thermischen Motoren gebraucht. Mit Hilfe von Methoden der mathematischen Statistik und der Wahrscheinlichkeitsrechnung wurde ein Rechnerprogramm entwieckelt, das die Betriebsweise der analysierten Motoren verfolgt. Der aufgezeichnete Kurvenverlauf zeigt das Niveau der Zuverlässigkeitsfaktoren für die Betriebsdauer der analysierten Motoren sowie die ökonomischen Folgen im Betriebs — und Produktionsbereich. Diese Angaben können als wichtige Informationsquelle bei der Projektierung neuer Frachtschiffe gebraucht.

Construcţia de maşini, Nr. 1, 7 Fig., 5 Lit.

DK : 658.562 : 621.004.64

Bălaşiu, D. : **Analysen der Betriebsstörungen — Neue Methoden für Zuverlässigkeitssteigerung**

Der Beitrag zeigt die Bedeutung der Komplexgründe die zur Beschädigung der Funktionseinheiten führen, zwecks Steigerung Ihrer Zuverlässigkeit. Der Begriff der Betriebsstörungsanalyse beinhaltet eine Verkeltung von Analysen (über Laboranalysen), deren Zweck die Bestimmung der Störungsursache ist. Der Beitrag zeigt zusammenfassend das Entfaltungsbild einer solchen Betriebsstörungsanalyse.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 1, 3 Lit.

DK : 658.562 : 621.004.64

Ulmanu, V. : **Ein Analyse der Zuverlässigkeit des Bohrstranges**

Infolge der komplexen und variablen Zug—, Druch—, Außen — und Innendruck —, Biege —, Ramm — und Schwingungsbeanspruchungen des Bohrstranges entstehen an dieser Havarien, die technisch-wirtschaftliche Fragen aufwerfen, für deren Beantwortung eine möglichst genaue Bewertungsmethodologie der Betriebssicherheit unerläßlich ist. In der Arbeit werden Bewertungsmethoden der Zuverlässigkeit des Bohrstranges aufgrund von Betriebs —, von halbindustriellen Prüfungsdaten und aufgrund mittels analytischer Methoden gewonnener Daten untersucht und es wird eine Bestimmungsmethode der Betriebsfestigkeit eines Elementes des Bohrstanges in bezug auf seine Beanspruchung im Laufe der Zeit und auf eine modifizierte Schadensakkumulations — Hypothese dargestellt. Es wird der Sicherheitskoeffizient berechnet, der geeignet ist, eine bestimmte Dauerhaltbarkeit zu gewährleisten — die analysierten Methoden sind von numerischen Anwendungen begleitet

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 1, 6 Fig., 2 Taf., 16 Lit.

DK : 338.063.41 : 658.562

Moţoiu, R., Iosub, Gh. : **Wie Qualitätskosten als wichtige Ersparnisquelle**

Der Beitrag zeigt die Beziehung zwischen der obligatorischen Qualität und den notwendigen Kosten zwecks Erreichen von optimalen ökonomischen Werten, da allkemein bekannt ist, dass diese nicht immer die höchste Qualität aufweisen. Zugleich beantwortet der Beitrag die Frage nach dem Qualitätsmass, nach dem die Analyse des Determinismus zwischen den Qualitätskosten und dem Indikator „Kosten bei 1000 lei Warenproduktion" vorgeschlagen wird. Ein konkretes Beispiel zeigt, dass der Einsatz von Massnahmen zwecks Qualitätserhöhung einem günstigen Einfluss auf die Reduzierung der vermeidbaren Kosten ausübt, d.h. die Verbesserung des Indikators „Kosten bei 1000 lei Warenproduktion".

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 1, 5 Fig.

DK : 333.063.41 : 629.119

Doval, E. : **Verfügbarkeit der Fahrzeuge und deren Betriebskosten**

Beim Einkaufen eines Erzeugnisses erhofft jeder Anwender eine möglichst lange Betriebsdauer mit minimalen Zusatzkosten und womöglich ohne jede Art von Angriffen, was bei den reparierbaren Erzeugnissen, und vor allem bei den Komplexerzeugnissen, wie z.B. Fahrzeugen (LKW, PKW u.s.f.) nicht möglich ist. Der Beitrag betont die Notwendigkeit der Vorausbestimmung der Betriebskosten, damit die Investition des Anwenders unter der Berücksichtigung des Einflusses dieser Kosten auf die Verfügbarkeit wirtschaftlich sein kann.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 1, 3 Fig., 5 Lit.

ДК : 620.179.16 : 620.179.15

Чорэу, П., Бота, К., Кастаке, М., Бокэнеалэ, М.: *Теоретические и практические соображения по неразрушающему контролю угловых сварных соединений распределительных схем*

Представлены результаты проведенного контроля при помощи методов ультразвуков и рентгеновского излучения применительно к угловым сварным соединения Т-образных трубопроводов распределительных схем пара. Диапазон рассмотренных толщин и диаметров находится в пределах 133 × 6 — 640 × 60 мм. Определены техники ультразвукового контроля в зависимости от толщины штуцера, геометрии и реальной толщины сварного соединения. Оценка величины дефектов типа нарушений сплошности материала проведена в зависимости от ультразвукового тракта, от частоты и величины пьезоэлектрического элемента. Применение метода «Расстояние — Амплитуда — Величина» (AVG) для криволинейных поверхностей требует приведения поправок ультразвукового тракта. Представлена номограмма для расчета техники облучения с использованием двойной пленки; применено постоянное облучение.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
№ 1, 9 рис., 3 табл., 10 лит.

ДК : 338.062.214 : 621—52 : 621.791.7

Трофин И., Киш П. П., Ионицэ Д.: *Система контроля и записи параметров электродуговой сварки*

Система контроля и записи параметров электродуговой сварки (натяжение пружины, сварочный ток, скорость сварки, скорость подачи электродной проволоки, температура подогрева) используется для высококачественной сварки. Среди характерных применений отмечаем следующие: производство химического оборудования, авиационная промышленность и др., в основном, полностью автоматизированные процессы сварки. Система обеспечивает как запись сварочных параметров, так и включение их в поле допусков, предписываемое технологией сварки, располагая возможностью в случае выхода за пределы поля допусков воздействовать на сварочную установку, с которой соединена.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
№ 1, 4 рис., 1 табл.

ДК : 658.562 : 621.004.64

Сэндулеску С., Тотезан П., Тетезан Сорина., Казимирович Елена: *Анализ надежности термодвигателей и эффект „feed-back" данных по эксплуатации в работах по созданию.*

В этих целях были собраны информации по самой эксплуатации термодвигателей и, путем применения методов математической статистики и теории вероятностей, создана программа ЭВМ, с помощью которой следили за поведением в эксплуатации двигателей, подверженных анализу. Вид начерченных кривых выявил уровень показателей надежности, результирующих на период функционирования исследуемых двигателей, а также экономическое воздействие в области эксплуатации и производства.

Эти данные могут являться важным источником информаций при проектировании новых теплоходов.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
№ 1, 7 рис., 1 табл., 5 библ. ссылок

ДК : 658.562 : 621—004.64

Балашиу Д.: *Исследование аварии — новый способ повышения надежности*

В работе выявляется комплексного рассмотрения причин повреждения действующих узлов в целях повышения их надёжности. Исследование аварии представляет собой осуществление целого ряда анализов, включая и лабораторные, целью которых является установление первопричины, вызвавшей аварию. В работе даётся краткое описание схемы проведения такого рода исследований аварии.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
№ 1, 3 библ. ссылок

Ульману В.: *Определение надёжности бурильной колонны*

Аварии бурильной колонны, происходящие под воздействием комплексных переменных усилий растяжения и сжатия, кручения и изгиба, внутреннего давления, а также из-за ударных сил и вибраций, выдвигают особые технико-экономические проблемы, для решения которых необходима разработка наиболее точной методики определения эксплуатационной надёжности. В работе рассматриваются способы определения надёжности бурильной колонны на основе данных, полученных при эксплуатировании путём экспериментирования в полупромышленных условиях и использования аналитических методов, представляя методику определения вероятности безотказной работы одного элемента бурильной колонны на основе анализа нагрузок и гипотезы суммарного усталостного разрушения. Устанавливается коэффициент надёжности, обеспечивающий заданную прочность, а рассматриваемые способы определения надёжности сопровождаются расчётами.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
№ 1, 6 рис., 2 таб., 15 библ. ссылок

УДК: 338.063.41: 658.562

Моцою Р., Йосуб, Г.: *Стоимости качества — важный окономический ресурс*

Статья уточняет отношение между обязательностью качества и финансовыми ресурсами, необходимыми для достижения экономического оптимума, будучи известно, что этот не всегда находится на наивысшем уровне качества. Одновременно в статье дается ответ на вопрос о том, в чем состоит мера качества, по которой предлагается к анализу взаимосвязь между стоимостями качества и показателем «расходы на 1000 лей товарной-продукции». На конкретном примере указывается, что применение мероприятий по улучшению качества воздействует на снижение избежимых затрат (из за ненадлежащего качества), что ведет к улучшению показателя «расходы на 1000 лей товарной продукции».

Construcţia de maşini, 39 (1987),
№ 1, 5 рис.

Дорал Е.: *Возможности использования автомашин и эксплуатационные расходы*

Любой потребитель, приобретая какое-то изделие, хочет им пользоваться как можно дольше, с наименьшими расходами и без каких-либо исправлений, что невозможно у ремонтируемых изделий и, в особенности, у такой сложной продукции, как автомашины (грузовики, автобусы, автомобили).

В этой работе подчёркивается необходимости предусмотрения эксплуатационных расходов автома-шин так, чтобы капиталовложение потребителя было эффективным, имея ввиду влияние этих расходов на возможности использования.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
№ 1, 3 рис., 5 библ. ссылок

CZ : 333.062.214 : 621.52

Analiza capabilității fabricației, factor hotărîtor în reușita mecanizării și automatizării montajului

Ec. Gheorghe **IOSUB**, ing. Petre **LOGHIN** — I.C.T.C.M. București

Considerații generale

Aplicabilitatea proceselor tehnologice presupune efectuarea periodică — sau cînd este cazul — a analizelor privind stabilitatea lor din punct de vedere al reglajului și preciziei, stabilitate care să asigure fidelitatea reproducerii unei piese (și, deci, a caracteristicilor sale). Apariția unor perturbații în procese conduce la realizarea de piese cu caracteristici în afara cîmpului de toleranțe prescris. Descoperirea acestor perturbații poate fi facilitată de interpretarea rezultatelor obținute prin aplicarea controlului statistico-matematic. Deci, controlul statistico-matematic este instrumentul de investigare cu care se operează în analizele de capabilitate a fabricației.

Pe baza concluziilor desprinse din analizele de capabilitate, se pot lua decizii orientate spre înlăturarea factorilor generatori de perturbații, decizii privind timpul de menținere a reglajelor și perioada de verficare și refacere a acestora, decizii privind oportunitatea (și posibilitatea) mecanizării sau automatizării montajului ș.a.

Scopul întocmirii analizelor de capabilitate

Scopul întocmirii analizelor de capabilitate a fabricației îl reprezintă atestarea stării de garanție a fabricației sau, după caz, stabilirea acțiunilor de îmbunătățire a tehnologiei, prin identificarea cauzelor generatoare de perturbații ale procesului, precum și mărimea acestora.

Atunci cînd analizele de capabilitate se aplică procesului în derulare, rezultatele obținute permit luarea deciziei de continuare a procesului sau de oprire a acestuia și efectuarea reglajelor necesare care să preîntîmpine degradarea calității piesei de prelucrat.

Un avantaj al acestui gen de analize îl constituie faptul că ele permit cuantificarea posibilităților unei anumite mașini de a repeta o anume operație, cu o anumită precizie constant menținută în timp (altfel zis : legătura dintre toleranțele de execuție a unei piese și precizia pe care o poate asigura mașina-unealtă).

Întocmirea analizelor de capabilitate mai este necesară :

— cînd o astfel de analiză poate fi clauză contractuală care să condiționeze achiziționarea unui utilaj, ea constituind garanția beneficiarului asupra calității viitoarelor sale produse ;
— cu ocazia perfecționării tehnologiilor de fabricație ;
— cînd se cere confirmarea gradului de uzură a unui utilaj ;
— după efectuarea unor reparații capitale.

Capabilitatea fabricației reprezintă capacitatea unui proces tehnologic de a realiza piese cu caracteristici în limitele toleranțelor presprise și în condiții de riscuri prestabilitate.

Relația dintre variabilitatea pocesului și toleranța specifică este denumită „precizie relativă".

Metode și tehnici de analiză

Metodele de efectuare a analizei de capabilitate diferă, în funcție de scopul urmărit :

a) evidențierea aspectului **sincron** al execuției unui lot de piese : pentru atestarea stării de „garanție de fabricație" (adică aprecierea modului în care beneficiarul sau secțiile de montaj vor evalua calitatea), este necesar să se obțină un aspect global al fabricației. Analiza se efectuează pe lotul terminat.

b) evidențierea aspectului **diacron** al execuției pieselor dintr-un lot : pentru stabilirea acțiunilor de îmbunătățire a tehnologiei de fabricație este necesar să se pună în evidență modul în care evoluează fabricația (în dinamică ș.a.). Analiza se efectuează pe parcursul executării lotului.

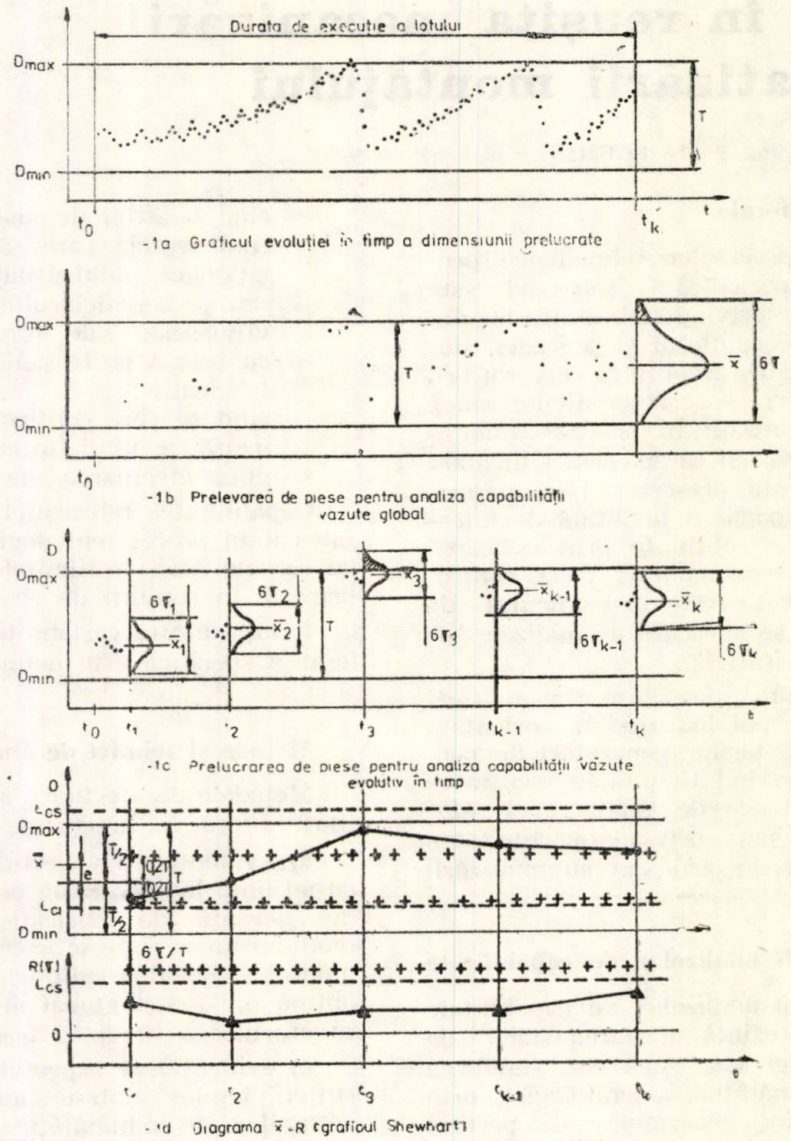
În ambele cazuri se utilizează tehnicile puse la dispoziție de controlul statistico-matematic, avînd ca instrumente operative „diagramele de control" (diagrama $\bar{X}$—R pentru medie și amplitudine, diagrama p, pentru controlul prin atribute ș.a.).

Compararea metodelor. Diferențele dintre cele două metode rezultă din figura 1. În figura 1 a, este prezentat graficul evoluției în timp a dimensiunii prelucrate, la fiecare piesă din lotul analizat.

Pentru **determinarea aspectului global al capabilității de fabricație,** respectiv evaluarea încadrării în starea de garanție de fabricație,

se extrage circa 30 piese din tot lotul (punctele notate în fig. 1, b) și se calculează valorile $\bar{X}$ și 6σ, caracterizînd întregul lot.

a împrăștierii (caracterizată fie prin valoarea R, fie prin σ dedus din R) se intercondiționează.



FFig. 1 Variante de execuție a analizei de capabilitate a tehnologiei de fabricație.

Pentru **determinarea aspectului dinamic,** se efectuează mai multe extrageri la intervale egale de timp (t_1, t_2, t_3, ..., t_k) a cîte 5 piese executate succesiv. Cu acestea se pot construi distribuțiile parțiale ($\bar{X}_1$, $6\sigma_1$; $\bar{X}_2$, $6\sigma_2$ ...), conform figurii 1, c. Datele obținute se transpun într-o diagramă $\bar{X}$—R (grafic Shewhart, fig. 1, d). În acest caz, este necesar să se stabilească, în ce măsură, variațiile procesului în timp conduc la obținerea de piese în cadrul cîmpului de toleranțe în condițiile respectării AQL* prescris. Limitele de variație a reglajului (caracterizat prin valoarea $\bar{X}$) și, respectiv, a împrăștierii (caracterizată fie prin valoarea R, fie prin σ dedus din R) se intercondiționează.

Astfel, cu cît procesul are o împrăștiere mai mare, variația valorilor medii aritmetice va fi mai mică, și invers, la o împrăștiere mică, se poate admite o variație mai mare a lui $\bar{X}$ (centrarea procesului), pentru a avea același procent defectiv.

Din compararea metodelor de analiză a capabilității de fabricație, se constată că aceea care vizează evoluția în timp (față de cea globală) evidențiază mai bine modificările ce apar pe parcursul aplicării tehnologiei de execuție, favorizînd analiza posibilităților de îmbunătățire.

Rezultatele obținute prin analiza aspectului global nu sînt la fel de concludente, datorită

* Acceptable quality level (AQL) = Nivel de calitate acceptabil

caracterului aleatoriu al mediei și dispersiei, cît și datorită limitării observației la un timp prea scurt.

Utilizarea calculatorului electronic

Implementarea pe calculator a unor modele de analiză a capabilității fabricației constituie o preocupare de interes major pentru specialiștii institutului nostru. A fost elaborat un program, scris în limbaj FORTRAN, a cărui **aplicare — la întreprinderile beneficiare —** a condus la obținerea de rezultate deosebite pe linia îmbunătățirii calității produselor și producției lor.

În figura 2 este prezentată schema logică a unui model de program pentru introducerea pe calculator a analizelor de capabilitate.

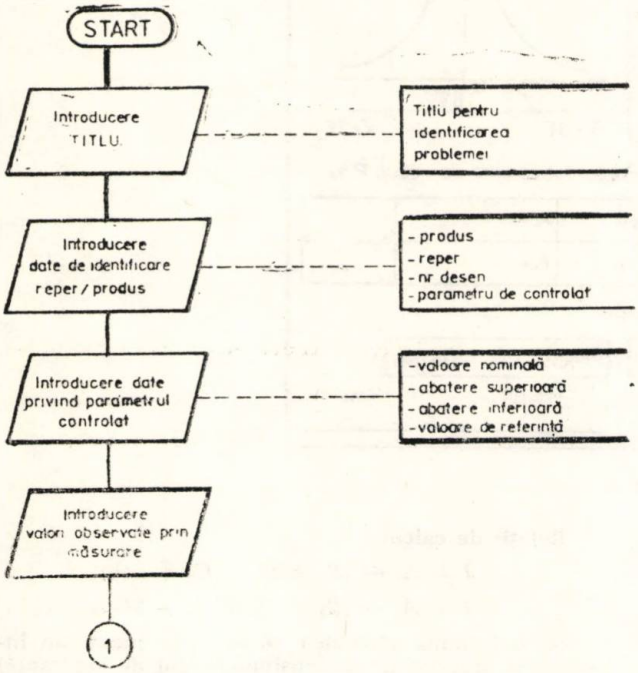


Fig. 2, a Schemă logică de program. Date de intrare.

Pentru activitatea de control tehnic al calității, s-a recomandat să se utilizeze o „FIȘĂ DE CALCUL", care conține, în sinteză, informații referitoare la starea procesului tehnologic (fig. 3).

Exemplu

Într-o întreprindere de piese auto s-a pus problema mecanizării montajului articulațiilor cardanice. Tema a fost preluată, spre rezolvare, de specialiștii I.C.T.C.M. Elementele necesare realizării montajului, precum și relațiile de calcul sînt prezentate în figura 4.

Din analiza de capabilitate a fabricației, efectuată pe loturi de cîte 50 piese din fiecare reper, la operațiile de finisare din amontele

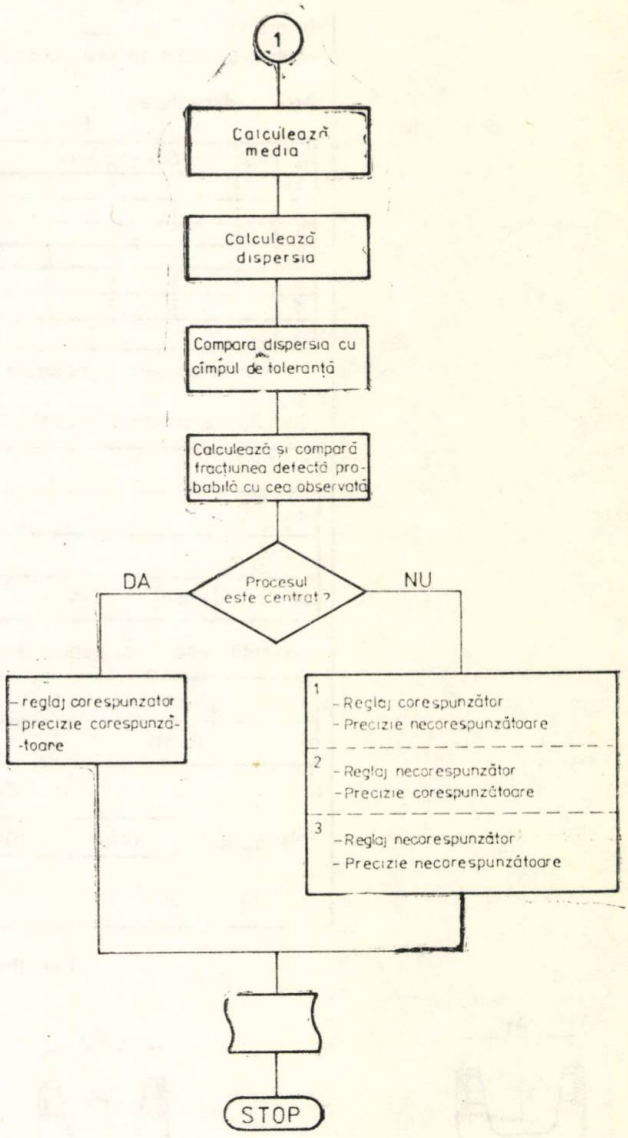
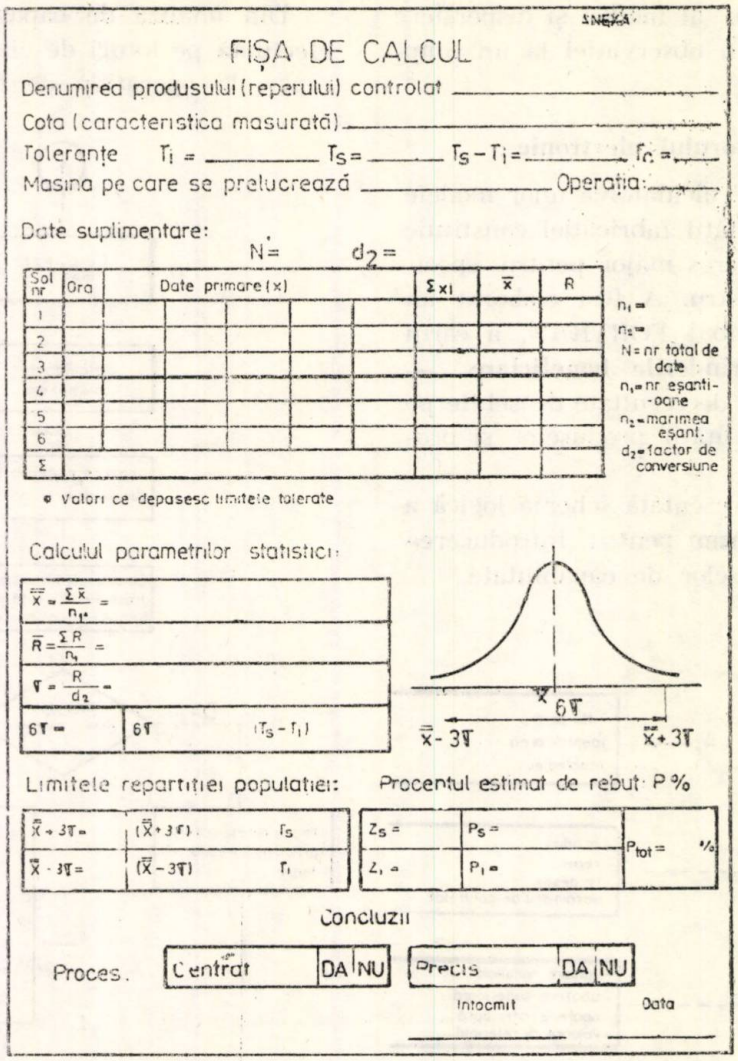


Fig. 2, b Schemă logică de program. Calcul și imprimare.

operației de asamblare, s-au desprins concluziile sintetizate în tabel.

Tabel

Nr. crt.	Denumirea reperului	Cota	Caracterizarea procesului
1.	Cruce cardanică	B_1, B_2	Centrat, neprecis
2.	Furcă cu gît	A_2	Centrat, neprecis
3.	Furcă cu flanșă	A_1	Centrat, neprecis
4.	Inel de siguranță	$D_1 .. D_4$	Centrat, precis



FIȘA DE CALCUL

Denumirea produsului (reperului) controlat _____

Cota (caracteristica masurată) _____

Toleranțe T_i = _____ T_s = _____ $T_s - T_i$ = _____ T_c = _____

Masina pe care se prelucrează _____ Operația: _____

Date suplimentare:

N = d_2 =

Sol nr	Ora	Date primare (x)					Σxi	$\bar{x}$	R
1									
2									
3									
4									
5									
6									
Σ									

n_1 =
n_2 =
N = nr total de date
n_1 = nr eșantioane
n_2 = marimea eșant.
d_2 = factor de conversiune

* Valori ce depasesc limitele tolerate

Calculul parametrilor statistici:

$\bar{\bar{x}} = \frac{\Sigma \bar{x}}{n_1} =$

$\bar{R} = \frac{\Sigma R}{n_1} =$

$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} =$

$6\hat{\sigma} =$ | $6\hat{\sigma}$ | $(T_s - T_i)$

$\bar{\bar{x}} - 3\hat{\sigma}$ $\bar{\bar{x}}$ $6\hat{\sigma}$ $\bar{\bar{x}} + 3\hat{\sigma}$

Limitele repartiției populației: Procentul estimat de rebut P %

$\bar{\bar{x}} + 3\hat{\sigma}$ =	$(\bar{\bar{x}} + 3\hat{\sigma})$	T_s	Z_s =	P_s =	P_{tot} = %
$\bar{\bar{x}} - 3\hat{\sigma}$ =	$(\bar{\bar{x}} - 3\hat{\sigma})$	T_i	Z_i =	P_i =	

Concluzii

Proces. | Centrat | DA | NU | Precis | DA | NU

Întocmit _____ Data _____

Fig. 3 Fișă dc calcul.

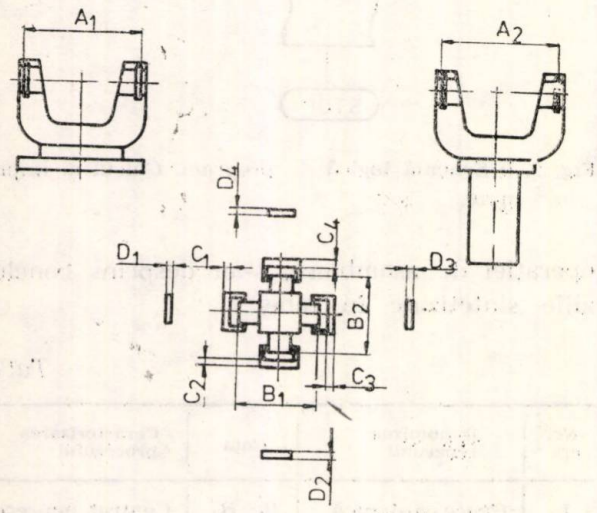


Fig. 4 Controlul în vederea montajului prin împerechere.

Post măsurare pe bandă de montaj articulații cardanice.

Relații de calcul :

$$J = A_1 - (B_1 + C_1 + C_2 + 2D_1)$$

$$J = A_2 - (B_2 + C_3 + C_4 + 2D_2)$$

Se determină grosimea D_1 și D_2 a piesei de închidere a lanțului de dimensiuni (inelul de siguranță) astfel încît să se satisfacă cele 2 condiții.

Toleranța la joc = 0,08 mm

Toleranța de execuție pentru elementele lanțului de dimensiuni = 0,030...0,065 mm

Nr. clase sortate piesă închidere = 10

Mărime clasă sortare piesă închidere = 0,020 mm

Pe baza acelorași concluzii a rezultat că montajul articulațiilor cardanice se poate mecaniza, alegîndu-se ca formă de montaj „împerecherea selectivă", pentru aceasta fiind necesară introducerea pe banda de montaj a unor posturi de măsurare a reperelor (de montat), cu trierea acestora în „clase de sortare".

Efectele economice, obținute prin aplicarea acestui procedeu, sînt :

— **productivitate . . . . 100 asamblări/oră ;**

— **reducere manoperă montaj cu 50% ;**

— **reducere manoperă probe și control cu 25%.**

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x : Controlul calității. Material documentar, OLTCIT, 1976.

[2] x x x : STAS R 5880-72. Controlul statistic al calității. Controlul în timpul procesului de fabricație, prin măsurare.

[3] x x x : Glossary of Terms Used in the Management of Quality EOQC — 5th Edition. June, 1981.

[4] x x x : Proiect de standard CAER. Aprecierea preciziei și a stabilității proceselor tehnologice la producția în masă. Tema 374.1134/67.

[5] x x x : Studiu de fiabilitate, pentru echipamente de injecție, fabricate de întreprinderea Mecanică Fină, Sinaia, I.C.T.C.M. 1975.

[6] x x x : Tehnologii de control dimensional pe linii de fabricație, folosind mașini de măsurat, în scopul efectuării montajului selectiv sau a determinării calității fabricației. I.C.T.C.M. 1981.

[7] x x x : Institutul Național de Metrologie. Centrul de Statistică Matematică — Studiu privind modul de aplicare a metodelor statistico-matematice în determinarea nivelului de fidelitate al reproducerii conceptului unui produs de către un proces de producție, 1983.

[8] *Ivan, M. ș.a.:* Mașini-unelte și control dimensional. Editura didactică și pedagogică. București, 1980.

[9] *Popovici, M., Antonescu, V.:* Ghid pentru controlul statistic al calității produselor industriale. Editura tehnică, București, 1973.

[10] *Ishikawa, K.:* Controlul de calitate. Curs pentru maiștri și șefi de echipă. Editura tehnică, București, 1973.

[11] *Juran, J. M., Gryna, F. M.:* Calitatea produselor. Editura tehnică, București, 1973.

[12] *Juran, J. M. ș. a.:* Quality Control Handbook. 2nd Edition. Mc. Graw-Hill Book Co., New York, 1974.

[13] *Iliescu, D. V., Vodă, V. Gh.:* Statistică și toleranțe. Editura tehnică, București, 1977.

[14] *Baron, T.:* Metode statistice pentru analiza și controlul calității producției. Editura didactică și pedagogică, București.

[15] x x x : Procedura SAC 3.1. Criterii de alegere a metodei de control, în funcție de clasificarea piesei și a caracteristicilor de verificat.

CZ. 621.314.1

Utilizarea mașinilor de măsurat în coordonate în cadrul sistemelor flexibile de fabricație

Dr. ing. Alexandru **DORIN**, ing. George **ENCIU** – Institutul Politehnic București

Funcțiile mașinilor de măsurat în coordonate

În prezent, în componența sistemelor flexibile de fabricație (S.F.F.), încep să fie utilizate în mod frecvent mașinile de măsurat în coordonate (M.M.C.).

În figura 1 este prezentată schema unei mașini de măsurat în coordonate tip VE-155.

Notațiile de pe figură reprezintă :

1 — batiu ; **2** — masa pe care se așază piesa ce trebuie măsurată ; **3** — ghidaje sustentate aerostatic; **4** — portal ; **5** — cărucior ; **6** — pinolă ; **7** — cap de măsurare (traductor) ; **8** — traductor de măsurare. **9** — sistemul de acționare electromecanic ; **10** — panou de comandă ; **11** — panou de afișaj alfanumeric; **12** — calculator de comandă ; **13** — sistem de înregistrare a rezultatelor măsurării (imprimantă) ; **14** — display ; **15** — bloc de comandă a sistemelor de acționare.

Procesul de măsurare constă în deplasarea, conform programului, a capului de măsurare după trei axe de coordonate. Capul de măsurare palpează suprafețele semifabricatului sau piesei și transmite semnale electrice la calculator, în timpul deplasării subansamblelor mobile ale mașinii de măsurat. Pe baza semnalelor primite, ca rezultat al măsurării coordonatelor punctelor palpate, calculatorul efectuează calculul mărimilor geometrice (lungimi, diametre, unghiuri) și a poziției lor relative. Rezultatele măsurării (mărimea reală a dimensiunilor și abaterea lor de la valoarea nominală) sînt afișate pe display-ul alfanumeric și tipărite de imprimantă.

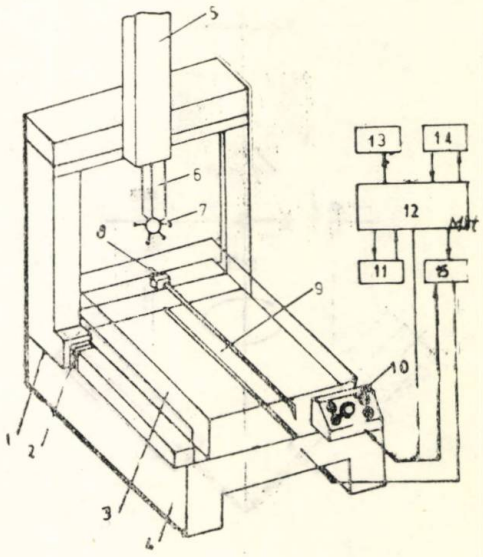


Fig. 1

Din mulțimea de piese care se prelucrează pe mașinile-unelte, se deosebesc două mari grupe :

1) piese prismatice (de tip carcasă etc.) care se prelucrează pe centre de prelucrare provenite din mașini de alezat și frezat cu comandă numerică (C.N.), sau din mașini de frezat cu C.N. ;

2) piese de revoluție (de tip arbore, bucșă, inele) care se prelucrează pe centre de prelucrare prin strunjire.

În figura 2 (a, b, c, d, e, f) sînt prezentate diferite tipuri de piese compuse din suprafețe elementare și modul în care sînt măsurate diferite dimensiuni (distanțe între suprafețe sau axe, lungimi și diametre de alezaje etc.).

Astfel, determinarea centrului 0 și a diametrului D, pentru un cerc, se face măsurînd în trei sau mai multe puncte, în interiorul sau exteriorul acestuia (fig. 2, a). Măsurarea planeității suprafețelor și a distanțelor între ele se face deplasînd în mod succesiv capul de măsurare în planele măsurate, în trei sau mai multe puncte, și calculînd diferența pe axa Z a poziției lor (fig. 2, b). La măsurarea distanțelor între suprafețe (A în fig. 2, c), se ține cont, în mod automat, de raza sesizorului capului de măsurare. Măsurarea distanței între axa unui alezaj și o suprafață laterală S (fig. 2, d) presupune — în primul rînd — determinarea centrului alezajului 0 și apoi măsurarea distanței B. În mod similar, se măsoară

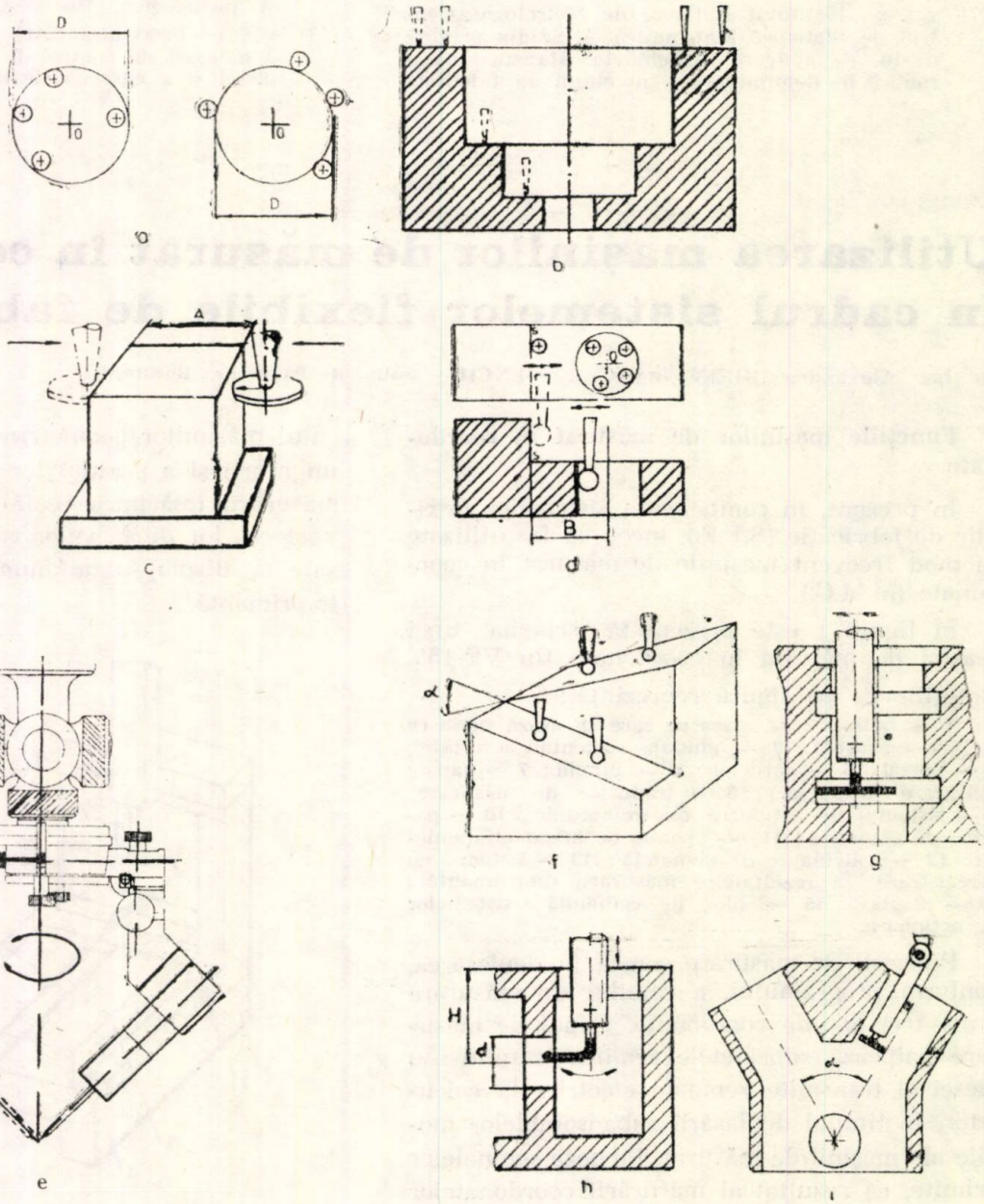


Fig. 2

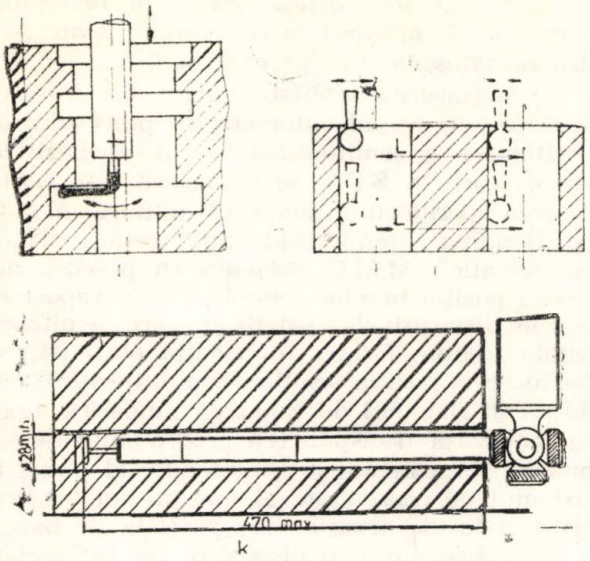


Fig. 2

distanța și paralelismul între axele a două alezaje (fig. 2, e). Se măsoară centrele alezajelor, în diferite plane, și — pentru fiecare plan de măsurare — se calculează distanța L. Din compararea valorilor lui L în cel puțin trei plane de măsurare (în funcție de precizia impusă), se trag concluzii privind paralelismul axelor. Măsurarea unghiului pe care-l fac două suprafețe plane se poate face determinînd, într-o primă etapă, fiecare plan în parte (conform metodei din fig. 2, b) și apoi unghiul dintre ele (fig. 2, f).

În cazul în care complexitatea suprafețelor și, implicit, numărul mărimilor măsurate cresc, se impune utilizarea unor dispozitive auxiliare și a unor sesizori adecvați. Cîteva exemplificări sînt făcute în figura 2 (g, h, i, j, k, l).

Măsurarea mai multor alezaje concentrice (fig. 2, g) impune utilizarea unui sesizor care să fie mai mic decît cel mai mic alezaj măsurat. La măsurarea diametrului și poziției axei unui alezaj din interiorul unei piese de tip carcasă, se impune utilizarea unui senzor a cărui axă să fie paralelă cu axa alezajului (fig. 2, h, i) Apoi poate fi măsurat și unghiul α format de axele a două astfel de alezaje. Dacă este necesară și măsurarea suprafețelor frontale ale alezajelor (fig. 2, j), sesizorul trebuie să fie suficient de lung pentru a măsura puncte pe întreaga lățime a suprafeței, dar să permită și o mișcare de pendulare, în vederea sesizării diferitelor abateri măsurate. Dacă găurile sînt lungi, atunci, este obligatorie utilizarea unor prelungitoare modulare care să permită măsurări pe întreaga lungime. Un exemplu este prezentat în figura 2, k. Măsurarea suprafețelor complexe (palete de turbină, rotoare elicoidale), obligă la reglări și dispuneri ale sesizorului pe diferite axe, precum și realizarea unei mișcări de rotație (fig. 2, l).

Pentru a-și putea îndeplini funcțiunile „interne", o mașină de măsurat trebuie să realizeze următoarele cerințe de bază :

— măsurarea de coordonate ale unor puncte pentru determinarea automată a generatoarelor și directoarelor suprafețelor ;

— calculul diametrelor și coordonatelor axelor alezajelor ;

— măsurarea în coordonate carteziene și polare ;

— calculul elementelor de simetrie (puncte, axe, plane) ;

— măsurarea distanțelor între axe ;

— verificarea rectilinității axelor prin măsurări în diferite secțiuni ;

— controlul perpendicularității sau paralelismului axelor ;

— controlul paralelismului sau perpendicularității planelor.

La aceste cerințe se adaugă și funcția de memorare a punctelor măsurate și calculate. Datorită acestei funcții, se realizează și alte facilități, devenite, odată cu evoluția mașinilor de măsurat, tot funcții interne :

— afișarea diferitelor date în formate variabile ;

— afișarea cotelor în diferite sisteme de axe ;

— deplasarea punctelor de nul (de zero);

— posibilitatea de a efectua diferite calcule cu datele memorate.

Îndeplinirea acestor funcții este strîns legată de obligativitatea măsurării unui număr strict de puncte definite matematic necesare măsurărilor dorite. Astfel, în figura 3 sînt exemplificate diferitele posibilități de determinare a unei axe, în funcție de configurația suprafețelor ce pot fi măsurate.

Astfel, o axă poate fi determinată de :

— normala pe un plan determinat prin măsurarea a trei puncte (fig. 3, a) ;

— centrele a două alezaje, axe sau combinat măsurate după metoda din figura 2, a (fig. 3, b, c, d) ;

— două puncte dintr-un plan (fig. 3, e) ;

— linia mediană a două suprafețe paralele (fig. 3, f) ;

— două puncte ale unor linii mediane (fig. 3, g) ;

— un punct de pe o suprafață și mijlocul distanței dintre alte două puncte (fig. 3, h) ;

— centrele a două cercuri (fig. 3, i) ;

— un punct de pe o suprafață și centrul unui cerc (fig. 3, j) ;

— mijlocul distanței între două puncte și centrul unui cerc (fig. 3, k) ;

— mijloacele distanțelor între centrele a patru cercuri (fig. 3, l).

Axele astfel determinate pot constitui triedre $0_1x_1y_1z_1$ de măsurare a unor dimensiuni ale unor piese complexe (fig. 3, m, n).

Exercitarea funcțiilor interne ale mașinilor de măsurat impune un control cît mai riguros al factorilor de influență a măsurării. În tabelul 1 sînt prezentați cei mai importanți factori de influență, împreună cu formulele de aproximare a erorilor, datorate deformațiilor elastice (1, 2, 3), celor de poziționare a piesei (4) și deformațiilor termice (5). Notațiile din tabelul 1 au următoarea semnificație :

F — forța de măsurare;
S — aria secțiunii piesei;
L_1, L_2, L_3, L_4 — deformații ale piesei măsurate;
I — moment de inerție al secțiunii montantului;
I' — moment de inerție al secțiunii brațului;
α — coeficient de elasticitate pentru montant ;
α' — coeficient de elasticitate pentru braț;
n — numărul de suporți;
b — coeficient de dilatare;
$\theta\ (r,\ t)$ — variația temperaturii în piesă;
K — constantă.

În cadrul unui sistem flexibil de fabricație, o mașină de măsurat în coordonate poate realiza următoarele funcții externe :

1) măsurarea semifabricatelor la intrarea în S.F.F., în scopul automatizării procesului de poziționare a semifabricatelor în dispozitive, proces care în S.F.F. se realizează fără participarea operatorului uman. Cu ajutorul M.M.C. poziționarea semifabricatului este realizată „matematic". M.M.C. măsoară cu precizia necesară poziția bazelor tehnologice, în raport cu bazele dispozitivelor satelit în care semifabricatele trebuie fixate. Informația obținută, referitoare la poziția semifabricatului, este transferată în sistemul de comandă numerică, unde se realizează transpunerea programului de comandă din sistemul de coordonate al piesei în sistemul de coordonate al mașinii-unelte. Prin acest mod de poziționare, precizia de bazare a semifabricatului în dispozitiv nu influențează asupra preciziei de prelucrare a piesei ; de asemenea, timpul de fixare a semifabricatului în dispozitiv se scurtează simțitor prin utilizarea roboților industriali ;

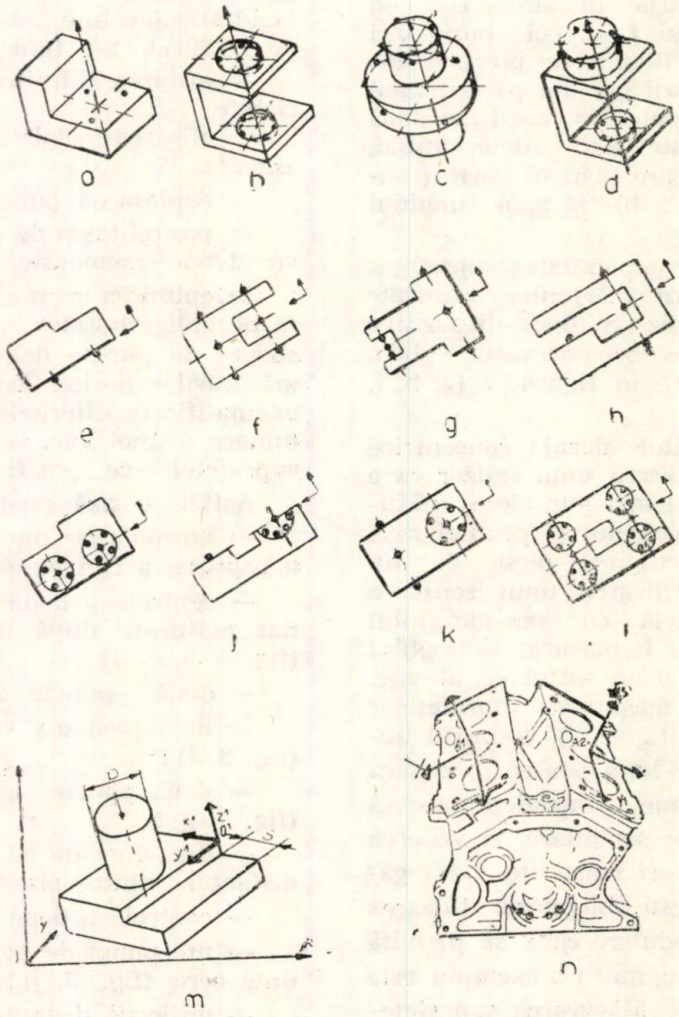
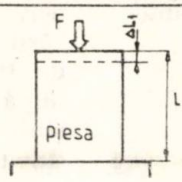
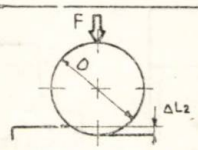
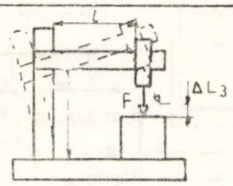
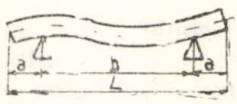
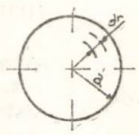


Fig. 3

Tabel

Nr. crt.	Factori de influență	Reprezentare schematică	Formule utilizate
1	Deformația elastică la contactul palpator - piesa		$\Delta L_1 = \frac{F L}{S \cdot E}$
2	Deformația elastică la contactul piesa masa mașinii		$\Delta L_2 = 1{,}9 \sqrt[3]{\frac{F^2}{D}}$
3	Deformația elastică a sistemului de măsurare		$\Delta L_3 = \frac{F \dot{L}^2 L}{I \alpha} + \frac{F}{3} \frac{L}{I \alpha}$
4	Sistemul de susținere al piesei		$b = \frac{L}{\sqrt{n^2-1}}$ n = număr de suporți n=2 a=0,2113L, b=0,5774L } Airy a=0,2203L, b=0,5594L } Bessel
5	Deformația termică a piesei		$\Delta L_4 = L K b \int_a^a \Theta(r,t) r dr$

2) măsurarea suprafețelor (ce urmează a fi prelucrate) semifabricatelor la intrarea în S.F.F., de către M.M.C., pentru stabilirea numărului necesar de treceri, ceea ce conduce la optimizarea funcționării S.F.F., în funcție de productivitate sau de precizia de prelucrare ;

3) măsurarea piesei în timpul tehnologic (control operațional), în scopul reglării automate a mașinilor-unelte și a depistării din timp a rebuturilor ;

4) măsurarea piesei prelucrate, în vederea determinării preciziei de prelucrare și, dacă este cazul, a elaborării instrucțiunilor necesare asamblării produsului din care face parte și piesa măsurată.

De o importanță deosebită, este programarea mașinilor de măsurat, activitate similară cu programarea mașinilor-unelte cu CN. Avantajele programării se referă la exploatarea rațională (din punct de vedere al timpului și gradului de utilizare) a mașinii de măsurat, ridicarea gradului de automatizare, disponibilitatea integrării în sistemul de fabricație al liniei flexibile, creșterea preciziei de măsurare, posibilitatea cuplării la sistemele CAD/CAM și posibilitatea utilizării unor operatori proveniți, din exploatarea mașinilor-unelte din linia flexibilă.

Structura sistemului de programare și exploatare cuprinde sistemul de programare „off-line", care transmite informațiile fie pe bandă perforată (pentru fiecare tip de piesă măsurată), fie prin magistrală de date (fig. 4). Mașina de măsurat execută comenzile date de program, datele măsurate fiind introduse într-un calculator care face comparația cu datele din program, semnalînd eventualele abateri ale mărimilor măsurate tipărind aceste valori și furnizînd analiza măsurărilor calculatorului central de conducere a liniei flexibile. Evident, cele două calculatoare sînt de capacitate total

diferită : cel folosit la programare — de capacitate mare sau medie, în timp ce mașinii de măsurat îi este suficient un minicalculator.

Programarea mașinii de măsurat impune trei etape principale :

a) procesare elemente geometrice ;

b) procesare elemente tehnologice specifice măsurării ;

c) post-procesare.

piesa este transferată, în mod automat, din nou pe linie. Tot calculatorul central transmite mașinii sau mașinilor-unelte ce vor executa corect toate informațiile necesare desfășurării procesului tehnologic de corecție. Sistemul de transport stochează piesa măsurată numai după ce datele furnizate de echipamentul mașinii de măsurat coincid cu datele impuse de calculatorul central.

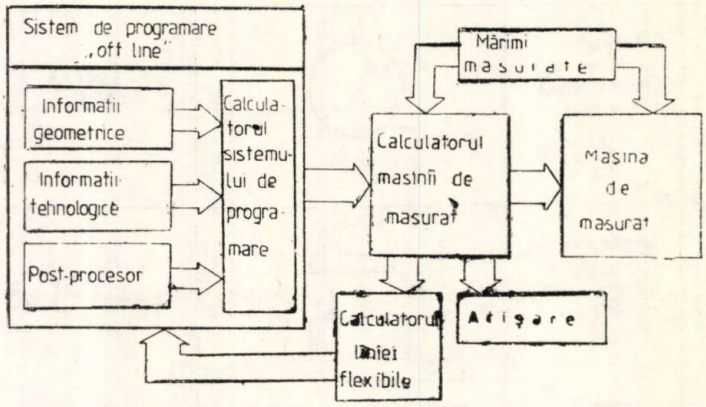


Fig. 4

Prelucrarea elementelor geometrice trebuie să fie bazată pe o descriere generală a tuturor posibilităților de definire geometrică : puncte, linii drepte, curbe, suprafețe (fig. 2 și 3), pe baza unui limbaj care să permită și definirile tehnologice și postprocesare (de exemplu derivate ale limbajelor de programare ale MUCN — APT, EXAPT etc.). Informațiile sînt prelucrate de procesorul tehnologic, a cărui sarcină de bază este pregătirea de indicații tehnologice de măsurare-deplasare, poziționare, măsurare, palpare, aliniere etc. Obligatorie este ierarhizarea, în apelarea acestor indicații realizate de module distincte, precum și posibilitatea suplimentării informațiilor de la calculatorul mașinii de măsurat. De exemplu, pentru măsurarea planeității unei suprafețe, testînd șase puncte, organigrama de procesare tehnologică este prezentată în figura 5. În final, postprocesorul elaborează informațiile pentru mașina de măsurat și pentru calculatorul central al liniei flexibile.

Exemple de utilizare

Mașinile de măsurat au început să fie din ce în mai mult folosite în componența modulelor (celulelor) și liniilor flexibile. Astfel este posibilă poziționarea, in regim automat, a piesei prelucrate (prin intermediul sistemului de transport și transfer pe masa mașinii de măsurat), măsurarea și transmiterea datelor la nivelul sistemului central de control, iar — în cazul unor abateri ce pot fi corectate —

În figura 6 este prezentat un exemplu de utilizare a unei mașini de măsurat piese de revoluție, inclusă într-o linie flexibilă a firmei japoneze OKUMA, al cărei sistem de transfer este un robot. Semnificația notațiilor este următoarea :

1, 2 — strunguri cu CNC ; **3** — robot ; **4** — mașină de măsurat ; **5, 6** — palete de semifabricate și respectiv piese finite; **7** — mașină de curățat ; **8** — sistem de comandă a robotului ; **9** — sistem de comandă central ; **10** — panou de operare ; **11** — sistem optic de protejare a zonei aferente liniei.

Utilizarea unei mașini de măsurat piese prismatice, într-o linie flexibilă de dimensiuni mult mai mari decît precedenta, este prezentată în figura 7. Linia flexibilă (a firmei Mandelli, Italia) este complexă, integrarea mașinii de măsurat făcîndu-se, principial, la fel ca în figura 6. Componentele liniei flexibile sînt notate astfel :

1, 4, 5 — centre de prelucrare prin alezare și frezare ; **2** — mașină de prelucrat cu plasmă ; **3** — centru de prelucrare multifuncțional ; **6** — mașină de curățat ; **7** — mașină de măsurat ; **8** — post de intrare-ieșire ; **9** — calculator central; **10** — robocar ; **11** — posturi de așteptare.

Tot cu un sistem de transport și transfer de tip robocar este dotată și mașina de măsurat din linia flexibilă prezentată în figura 8. Structurată pe module flexibile, linia firmei Scharmann (R.F.G.) are două sisteme de transport : unul pentru manevre în interiorul fiecărui modul **(b)** și unul inter-module **(a)** ; acesta din urmă servește și mașina de măsurat.

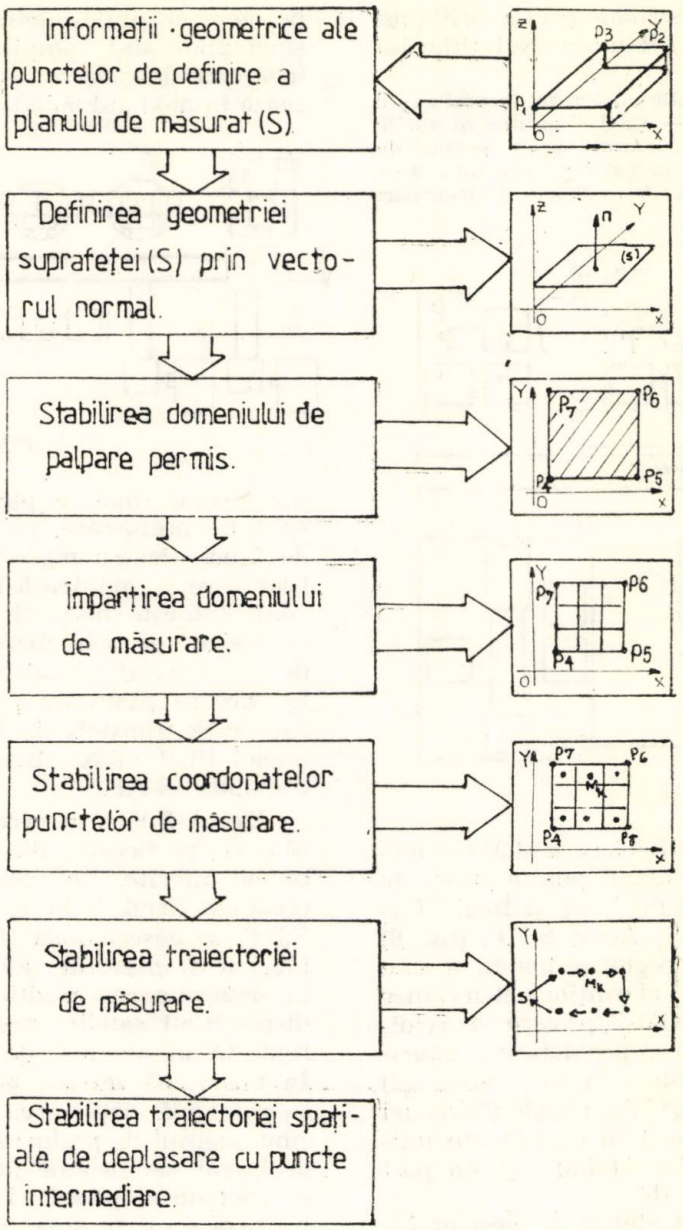


Fig. 5

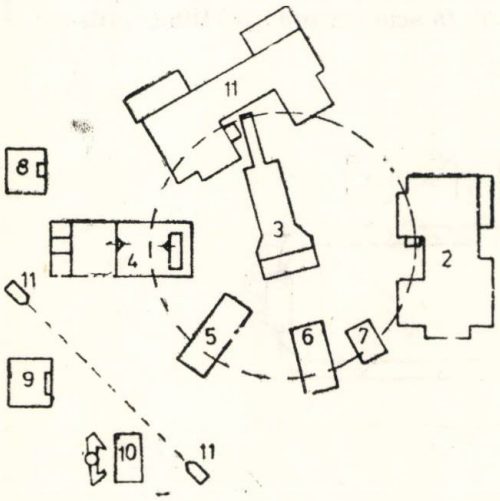


Fig. 6

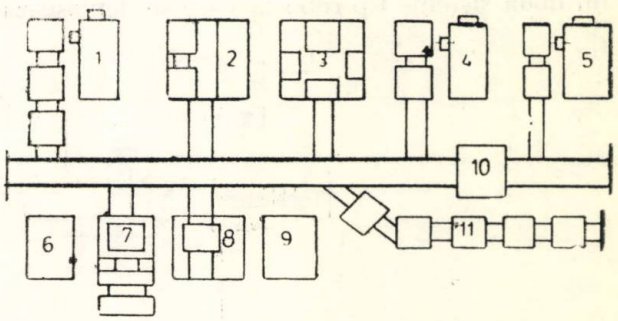


Fig. 7

Linia flexibilă este destinată prelucrării pieselor prismatice de gabarit mare. Notațiile din figură sînt :

1, 2, 3 — module flexibile cu centre de prelucrare prin alezare și frezare; **4** — modul cu mașini-unelte speciale ; **5** — mașină de măsurat ; **6** — posturi de încărcare-descărcare; **7** — calculator central ; **a** — sistem de transport în linie ; **b** — sistem de transport în modul.

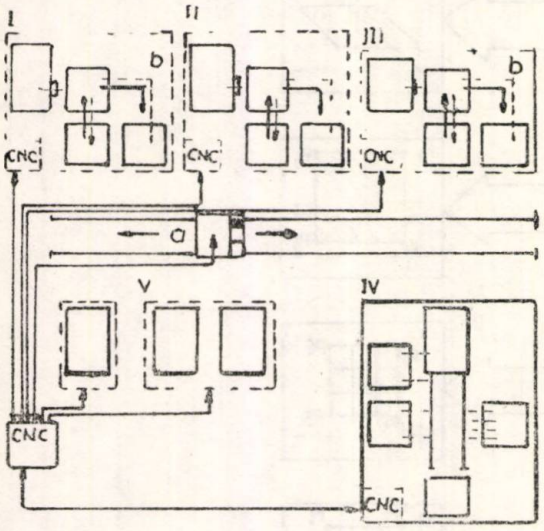


Fig. 8

Un exemplu tipic de folosire a M.M.C. universale în S.F.F. este sistemul pus la punct de firma Sundstrand Machine Tool și firma Caterpillar Tractor (S.U.A.) Acest S.F.F. (fig. 9) permite prelucrarea, în regim automat, a șase piese prismatice diferite și conține patru centre de prelucrare (1) model OM-3, pe care se realizează operații de frezare și prelucrare a găurilor, trei mașini de găurit în coordonate (2) model OD-3, două strunguri verticale (3) model UTL, o mașină de măsurat în coordonate universală (4) a firmei DEA (Italia) și un post de încărcare-descărcare (5).

Deplasarea semifabricatelor și pieselor între posturile de lucru și M.M.C. se realizează cu un sistem de transport. Acesta este format din două sisteme tip robocar care se deplasează pe șine. Mașinile-unelte sînt dispuse în lungul șinei unde sînt amplasate și 16 posturi de încărcare-descărcare a pieselor. M.M.C. realizează în mod automat controlul interoperațional

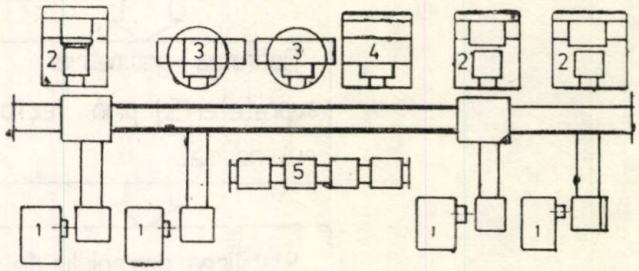


Fig. 9

și controlul final al pieselor. În timpul procesului de prelucrare, piesa trece pe la o M.M.C. de 7 ori. Pentru măsurarea alezajelor rulmenților care se montează în carcasele prelucrate controlul este integral. M.M.C. este dotată cu un sistem de schimbare automată a capetelor de măsurare și un calculator model PDP 11/05 în care se păstrează programul de comandă, care este transmis de la un calculator central model PDP 11/20. Acesta din urmă realizează comanda S.F.F.

Există S.F.F. în care se folosesc mai multe M.M.C., pe fiecare din ele rezolvîndu-se probleme diferite. De exemplu, în cazul S.F.F. creat de firma TOS Kurim (R.S.C.), în cadrul S.F.F. se găsesc două M.M.C. ale firmei DEA. Mașina de măsurat model Beta DEZ servește la determinarea poziției semifabricatului în dispozitivul satelit. Acest lucru permite să se renunțe la operații de măsurare preliminare. În urma măsurărilor efectuate de Beta DEZ, se comandă deplasarea semifabricatului pînă cînd adaosul de prelucrare de pe suprafețele de prelucrat se dispune uniform în sistemul de coordonate al piesei. Piesa prelucrată se controlează cu o mașină de măsurat model DEA Sigma DEZ, care are o precizie mai mare decît modelul Beta DEZ. În figura 10 este prezentată schema unei porțiuni dintr-un S.F.F.

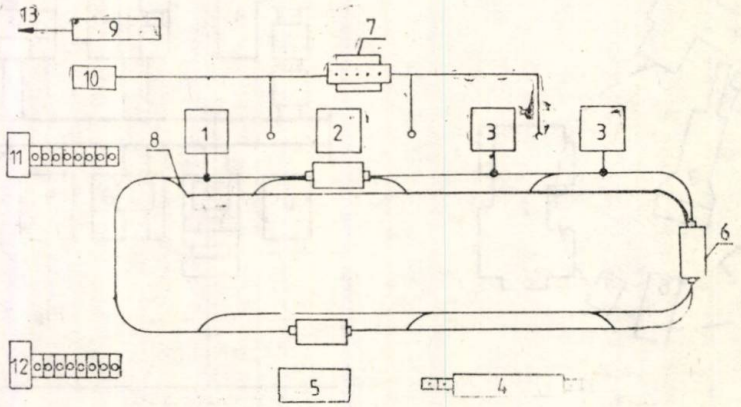


Fig. 10

pentru prelucrarea unor piese cilindrice, realizat de firma Mauser Schaerer (R.F.G.) Pe figură s-a notat cu :

1 — centru de prelucrare model B 2000 H ; 2 — centru de prelucrare model B 2000 V ; 3 — strung model D 2000 ; 4 — mașină de curățare a pieselor ; 5 — mașină de măsurat în coordonate ; 6 — robot industrial deplasabil ; 7 — robocar pentru scule ; 8 — sistemul de ghidare pentru deplasarea robotului industrial ; 9 — calculator central ; **10** — depozit de scule; **11** — depozit de semifabricate ; **12** — depozit de piese prelucrate ; **13** — legătura SFF cu celelalte secții ale uzinei.

Concluzii

Utilizările mașinilor de măsurat, atît ca mașină de sinestătătoare, cît — mai ales — în modulele și liniile flexibile prezintă următoarele **avantaje :**

— elimină factorul subiectiv al operatorului uman, contribuind la creșterea preciziei de măsurare ;

— performanțele mașinilor de măsurat, prin utilizarea unor elemente noi de organologie și accesorii, facilitează implementarea masivă a sistemelor de conducere și control computerizate ;

— creșterea preciziei de prelucrare în modulele și sistemele flexibile de fabricație.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Vogt, H. A.* : Flexible Computer-Controlled Production System. Industrial and Production Engineering, 4, 1980.

[2] *Yanagisawa, H.* : High Precision Machining and Measuring Technology. Metalworking Engineering and Marketing, 3, 1982.

[3] *Gheorghe, I. Gh.* : Aparate de măsură și control realizate la CCSITMFS, București, utilizate în construcția de mașini. COMEFIN, București, 1982.

CZ : 621.753.1

Dispozitive multicote de măsurare inteligentă

Ing. Radu **MOȚOIU**, ing. Maria **STANCU**, ing. Viorel **DOBRE** – I.C.T.C.M., București
Ing. Mariana **GOLDHAMER**, ing. Albert **GOLDHAMER**, ing. Radu **CHICULESCU** — I.C.S.I.T.E, București

Controlul multidimensional se aplică pieselor complexe din fabricația de serie, în scopul asigurării măsurării tuturor parametrilor la fiecare piesă.

Pe plan național, pînă în prezent, au fost realizate dispozitive și echipamente complexe de control semiautomate și automate, utilizîndu-se o aparatură electronică modulară, fiecare modul constituind un bloc funcțional. Dar acest mod de construcție se pretează la controlul de complexitate medie-mică, nefiind însă competitiv în cazurile controlului complex, cu număr mare de parametri și forme geometrice complexe, pentru fabricația flexibilă și în cazurile în care este necesară introducerea controlului avînd un puternic caracter preventiv, bazat pe urmărirea procesului prin metode statistico-matematice.

Ca urmare, este necesar un control multidimensional al pieselor înainte de montajul final, pe liniile de fabricație din industria de automobile, ca și în alte domenii ale construcțiilor de mașini.

Controlul multidimensional al unei piese cu configurație complexă (arbori cotiți, biele, axe în trepte, carcase) se poate efectua, folosind mai multe procedee :

1. Cu mijloace universale, ieftine și ușor de procurat, avînd însă următoarele dezavantaje :
   - necesită un volum mare de instrumente de măsură ;
   - duce la o productivitate scăzută ;
   - necesită reglaje ;
   - introduce erori ;
   - sînt necesare calcule, uneori destul de laborioase, pentru parametrii complecși.

2. Cu calibre limitative, care se uzează rapid și nu permit efectuarea de verificări complexe. Acest mod de lucru are însă avantajul folosirii unor tehnologii convenționale.

3. Cu instrumente mecanice cu cadran (comparatoare), avînd aceleași dezavantaje ca procedeul 1.

4. Cu alte instrumente mecanice (comparatoare cu contacte electrice), avînd avantajul că permite centralizarea rezultatelor măsurării, dar cu dezavantajele enumerate mai sus și, în plus, necesitînd etaloane precise.

5. Cu traductoare inductive diferențiale și module electronice, avînd avantajul că se pot efectua anumite calcule simple, iar rezultatul măsurării este centralizabil, dar cu următoarele dezavantaje :
   - sînt necesare reglaje ;
   - la piesele cu configurație complexă și cu numeroși parametri de verificat sînt necesare multe module electronice, rezultînd o fiabilitate scăzută și un preț de cost ridicat.

6. Cu traductoare inductive diferențiale și bloc electronic cu microprocesor, avînd următoarele avantaje :
   - nu sînt necesare reglaje de precizie, fiind suficientă aducerea traductorului în domeniul de măsurare ;
   - se pot face orice calcule ;
   - se centralizează rezultatele ;
   - la cerere, se furnizează valoarea măsurată pentru orice parametru ;

— permite măsurarea mai multor tipuri de piese cu același aparat ;
— se poate emite un protocol de măsurare folosind o imprimantă ;
— la piese de complexitate relativ ridicată, prețul de cost este mai scăzut, decît la procedeul 5 ;
— utilizarea aparatului este simplă ;
— fiabilitatea este sporită și sînt implementate și funcții de autodepanare.

Această metodă nouă de control se caracterizează prin :

— verificarea obiectivă și cu precizie ridicată a întregii game de tipodimiensiuni ale pieselor verificate ;
— productivitate ridicată a operațiilor de control;
— furnizarea de informații statistice privind capabilitatea și starea de reglaj a liniei de fabricație ;
— posibilitatea utilizării echipamentului în mediu industrial.

Realizarea acestor deziderate a impus adaptarea unor soluții moderne, care să combine o parte mecanică simplă și flexibilă cu un echipament electronic evoluat, capabil să rezolve cerințele de tratare a informației de măsurare.

Această soluție este folosită și de sistemele de măsurare prezentate în continuare.

Principiul metodei

Metoda folosește o piesă „etalon", ai cărei parametri se cunosc cu precizie și care servește la memorarea poziției traductoarelor pe „etalon". La măsurarea unei piese curente, se face o corecție a datelor furnizate de traductoare, utilizînd datele memorate la măsurarea „etalonului", rezultă abaterea parametrilor piesei față de parametrii „etalonului". Cunoscînd această abatere și parametrii „etalonului" se pot calcula parametrii piesei. Acești parametri se compară cu toleranțele prevăzute în documentație, care se găsesc înscrise în memoria permanentă, iar rezultatul se afișează, după caz, pe un panou sinoptic, pe ecran, sau se tipărește pe o imprimantă.

Schema-bloc

Schema-bloc a sistemului de măsurare, pe care s-a implementat metoda de mai sus, este prezentată în figura 1.

Semnalul furnizat de traductoarele inductive de deplasare ajunge, prin intermediul unui multiplexor la canalul de măsură. Acest multiplexor comută atît alimentarea fiecărui traductor, cît și ieșirea sa. Canalul de măsură asigură amplificarea, detecția sincronă și filtrarea semnalului. După o conversie analog-digitală, valoarea semnalului este preluată de blocul de control și de calcul, realizat în jurul unui microprocesor. Acesta controlează funcționarea multiplexorului, a convertorului A, D și a blocului de introducere a datelor cu ajutorul tastaturii) și de afișare. Rezultatul măsurării se comunică cu ajutorul panoului sinoptic sau al imprimantei. Valorile parametrilor „etalonului" se pot introduce, cu ajutorul tastaturii, sau se pot citi de pe un suport de memorie externă (casetofon).

Aparatul poate permite interfațarea la un sistem automat al fabricației.

Algoritm de măsurare

Orice măsurare a traductoarelor comportă mai multe etape :

A. Măsurarea timpului de conversie t_{off}, atunci cînd la intrarea canalului de măsură se comută nivelul de OV.

B. Măsurarea timpului de conversie t_{cap}, atunci cînd la intrarea canalului se comută tensiunea corespunzătoare capătului gamei de măsură.

C. Măsurarea timpului de conversie t_x, atunci cînd la intrarea canalului se comută traductorul X.

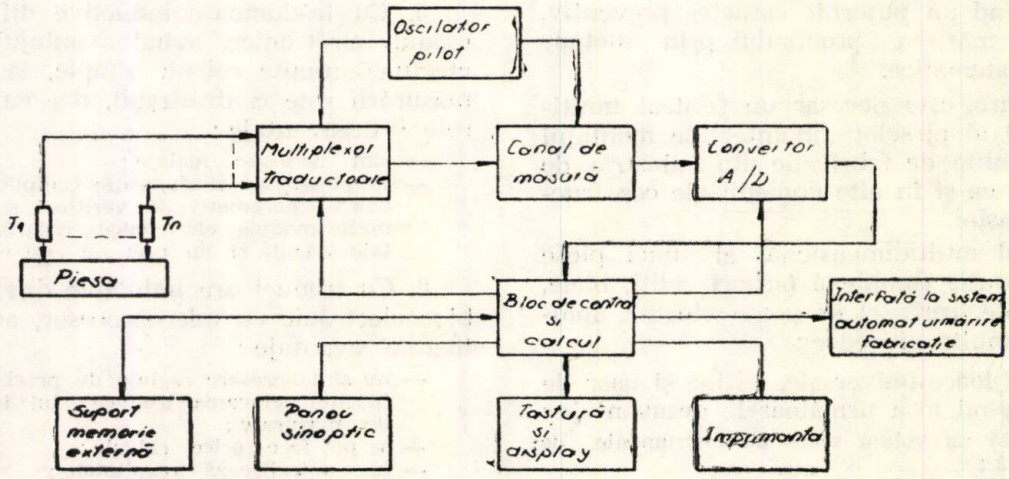


Fig. 1 Schema-bloc a sistemului de măsurare.

D. Calculul valorii deplasării cu relația :

$$N_{DX} = 400 \frac{t_x - t_{off}}{t_{cap} - t_{off}} \ [\mu m] \qquad (1)$$

Rezultatul final al măsurării se obține în urma rejecției printr-o soluție soft a influenței tensiunii rețelei electrice.

Relația de calcul (1) asigură eliminarea următoarelor efecte :

— variația tensiunii furnizate de oscilatorul-pilot ;
— variația tensiunii de offset a canalului de măsură și convertorului A/D ;
— variația amplificării canalului ;
— variația constantei de timp a integratorului convertorului A/D (simplă pantă)
— variația tensiunii de referință a convertorului A/D.

În cazul măsurării mai multor traductoare, pentru a micșora timpul de calcul, mărimea

$$K = 400(t_{cap} - t_{off})^{-1} \qquad (2)$$

se calculează și se memorează după punctul B al secvenței de măsură, calculele ulterioare efectuînd operația :

$$N_{DX} = K(t_x - t_{off}) \qquad (3)$$

Datorită algoritmului de măsură implementat, interfața nu necesită elemente de referință și nici reglaje de precizie.

Aplicații

Prima instalație de măsură (fig. 2), realizată pe baza acestui principiu a fost „Instalația pentru controlul multidimensional al bielelor",

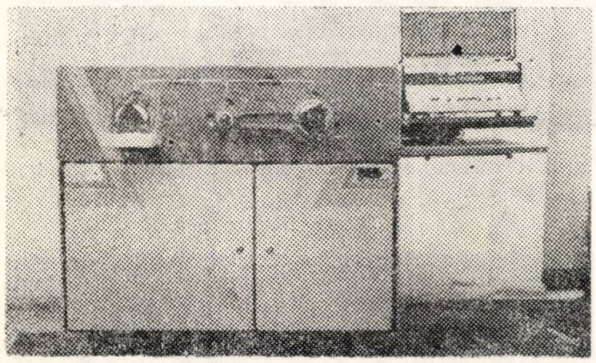


Fig. 2. Ansamblul instalației de control multidimensional al bielelor.

proiectată și realizată de I.C.T.C.M. București, în colaborare cu I.C.S.I.T.E. București, pentru Întreprinderea „23 August" București. Instalația permite verificarea a patru tipuri diferite de biele.

Schema de măsurare a instalației este prezentată în figura 3.

Conform schemei de măsurare, parametrii verificați cu ajutorul acestei instalații sînt :

— diametrele, ovalitățile și conicitățile la cele două alezaje ;
— antraxul ;
— îndoirea ;
— răsucirea ;

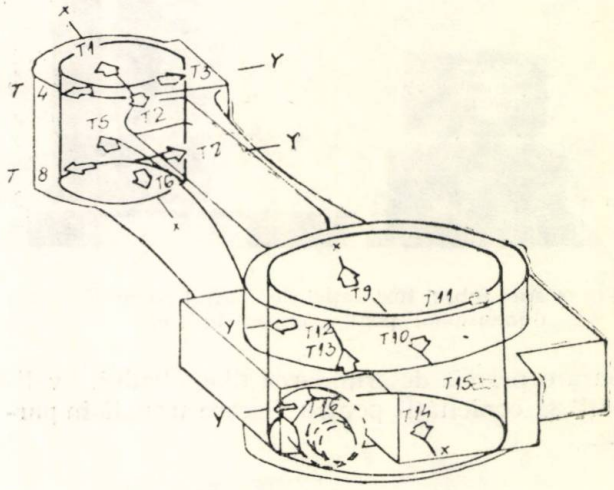


Fig. 3 Schema de măsurare a bielei.

În acest caz, afișarea rezultatelor s-a făcut pe un panou sinoptic, pe care apare o clasificare integrală a piesei (BUN, REBUT) și se evidențiază care parametri nu au fost corespunzători. Apelînd la tastatură se pot afișa limitele inferioară și superioară ale parametrilor controlați, aflate în memoria microcalculatorului, se pot afișa valorile măsurate ale fiecărui parametru în parte, precum și indicația fiecărui traductor, în vederea reglajului lor aproximativ după biela de referință.

O altă aplicație este „Instalația de control complex multidimensional pentru arbori în trepte, asistată de microcalculator electronic specializat".

Arborii în trepte verificați reprezintă una dintre piesele esențiale ale familiei de cutii de viteze pentru autocamioane, aflate în fabricație la Întreprinderea de Mașini Agregate și Subansamble Auto (I.M.A.S.A.) din Sf. Gheorghe.

Instalația prezentată în figura 4 este destinată verificării dimensionale complexe a unei familii de 11 tipodimensiuni de arbori, avînd fiecare între 5 și 7 trepte de diametre.

Instalația se compune din două părți principale :

— dispozitiv de control multidimensional, echipat cu elementele de măsurare prevăzute cu traductori inductivi de deplasare ;

— echipament electronic de măsurare complexă cu microcalculator electronic specializat.

Dispozitivul de control, prezentat în figura 5, asigură așezarea piesei în poziție verticală între două vîrfuri de centrare. El este prevăzut

cu cîte două potcoave de măsurare, echipate cu traductori electronici inductivi, pentru fiecare treaptă a piesei de verificat. Potcoavele de măsurare permit determinarea diametrului, ovalității și conicității pentru fiecare treaptă în parte.

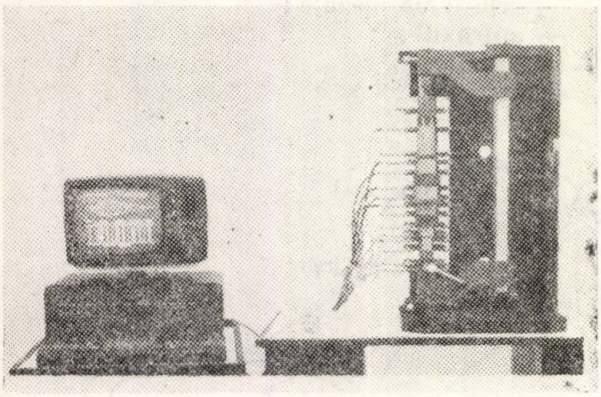


Fig. 4 Ansamblul instalației de control complex multidimensional pentru arbori în trepte.

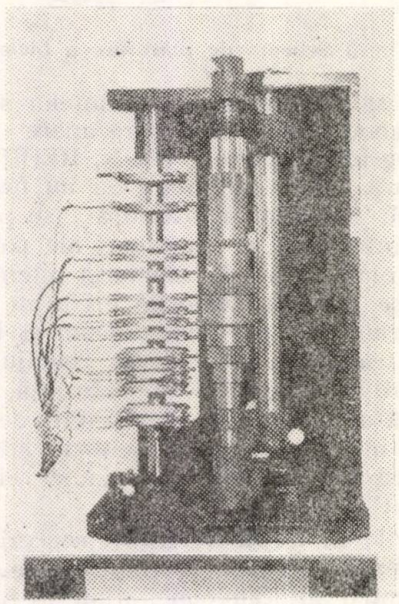


Fig. 5 Dispozitiv de control al arborilor în trepte.

Informația de măsurare, furnizată de traductorii inductivi de deplasare, este transmisă ehipamentului electronic cu microcalculator prezentat în figura 6.

Acesta este dotat cu un display și o tastatură specializată cu ajutorul căreia operatorul comunică permanent cu microcalculatorul. Pe lîngă modul de lucru, care i se afișează ori de cîte ori se solicită aceasta, pe display se prezintă tabelele cu valorile parametrilor verificați, desenul piesei, rezultatele statistice ale controlului și ale parametrilor, dacă procesul este precis și centrat, așa cum se poate vedea în figurile 7, 8 și 9 :

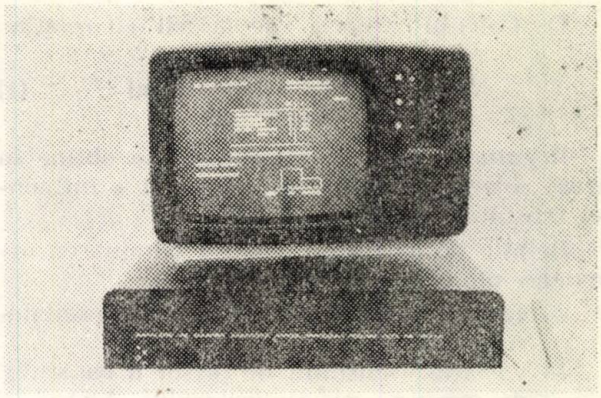


Fig. 6 Echipament electronic de măsurare complexă cu microcalculator electronic.

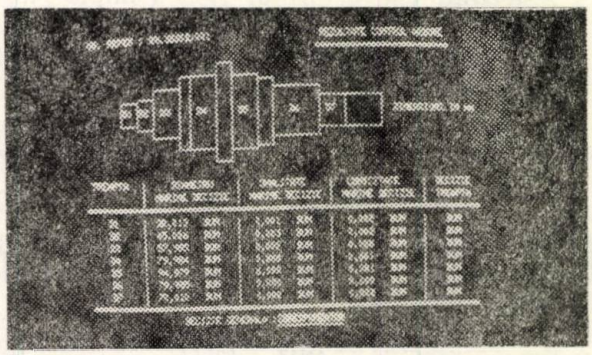


Fig. 7 Rezultatele controlului arborelui.

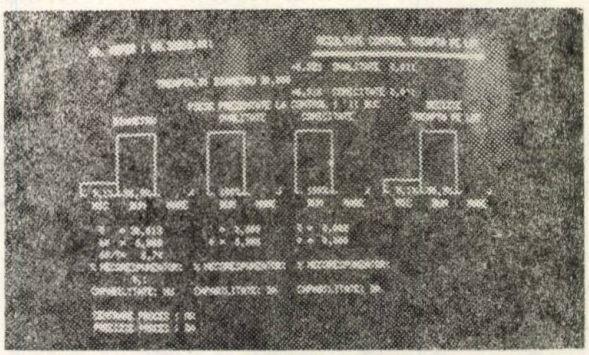


Fig. 8 Rezultate statistice ale controlului treptelor pe lot.

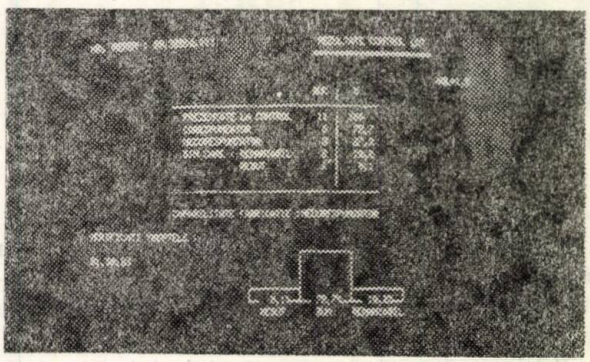


Fig. 9 Rezultate statistice ale controlului lotului.

Această metodă de măsurare presupune creşterea substanţială a „inteligenţei" blocului electronic. Acest aspect permite :

- **realizarea simplificată a dispozitivelor multicote, obţinîndu-se implicit o fiabilitate sporită;**
- **promovarea controlului cu metode productive;**
- **generarea unor semnale de corecţie a programelor de fabricaţie a maşinilor-unelte, atunci cînd instalaţia este integrată în linia de prelucrare sau imediat după maşina-unealtă ;**
- **interfaţarea la sistemele computerizate centrale de urmărire a fabricaţiei ;**
- **aplicarea în liniile flexibile şi la tehnologiile de grup ;**
- **interfaţarea la standurile de probă.**

Rezolvarea acestor cazuri concrete deschide şi confirmă posibilităţile reale de generalizare a utilizării echipamentelor complexe de control asistate de microcalculator electronic. În prezent, în baza experienţei dobîndite şi a verificării în practică a echipamentelor realizate, s-a trecut la aplicarea pe scară largă a acestei metode, în primul rînd, prin realizarea unui calculator apt pentru a face faţă unei multitudini de aplicaţii diverse şi care urmează să fie omologat şi realizat ca microproducţie de către I.C.S.I.T.E. Bucureşti în anul 1987.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x : MILLITRON — Feinprüf — Mahr, prospect, Elektronische Längen-Meß — und Stenergeräte im 19" Baustein-System.

[2] *Warnecke, H.J., Dutschke, W.* : Fertigungsmeßtechnik, Handbuch für Industrie und Wissenschaft. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1984.

[3] *Tache, V., Ungureanu, I., ş. a.* : Construcţia şi exploatarea dispozitivelor, Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1982.

CZ : 338.05 : 004.6 : 621.9.025

Controlul automat al uzurii sculelor aşchietoare în sistemele tehnologice flexibile

Dr. ing. Alexandru **DORIN** – Institutul Politehnic, Bucureşti

În cazul proiectării sistemelor tehnologice flexibile (S.T.F.), o importanţă deosebită se acordă controlului automat al piesei, sculei şi procesului de producţie.

Există trei metode de control automat al pieselor prelucrate şi a sculelor aşchietoare :

1) la începutul prelucrării ;
2) în timpul prelucrării :
3) după prelucrare.

Prima metodă de control asigură funcţionarea continuă a S.T.F. Cu a doua metodă de control, în afară de asigurarea funcţionării neîntrerupte a S.T.F., se preîntîmpină apariţia defecţiunilor în timpul procesului de producţie, se controlează calitatea producţiei şi se determină tendinţa de evoluţie a procesului de producţie. A treia metodă de control automat este folosită, îndeosebi, pentru asigurarea calităţii corespunzătoare a producţiei şi pentru strîngerea informaţiilor analitice şi statistice referitoare la procesul de producţie.

Cel mai eficace este controlul automat, efectuat în timpul prelucrării, întrucît el este cel mai complex (rezolvă majoritatea problemelor care apar) şi permite, în cazul apariţiei unor dereglări, o intervenţie rapidă pentru stabilizarea procesului de producţie.

Controlului sculei aşchietoare trebuie să i se acorde o atenţie deosebită, deoarece siguranţa în funcţionare a procesului de producţie, în general, este determinată şi de tipul, construcţia, geometria şi condiţiile de exploatare a sculelor aşchietoare, de dependenţele dintre sculă şi materialul de prelucrat, dintre regimurile de aşchiere şi uzura sculei etc.

În funcţie de parametrul care se măsoară, se foloesc următoarele metode de control automat al sculelor :

a) **în timpul prelucrării** — se face controlul durabilităţii, controlul forţelor de aşchiere cu ajutorul rulmenţilor traductori de forţă etc. ;

b) **înainte şi după prelucrare** — cu palpatori, cu sisteme optice şi cu alte metode de măsurare a parametrilor dimensionali ai sculei. De asemenea, se utilizează combinaţii ale metodelor de control indicate mai sus.

Uzura sculei aşchietoare poate fi evaluată sau diagnosticată direct sau indirect.

În prezent, pe maşinile-unelte se folosesc metode indirecte de diagnoză a uzurii ; pentru aceasta, ca indici de apreciere, se utilizează timpul efectiv de aşchiere al sculei şi modificarea geometriei sculei aşchietoare, sau a unor valori ale parametrilor procesului de aşchiere care sînt într-o strînsă dependenţă de uzura acesteia.

Controlul uzurii sculei în timpul procesului de aşchiere, în sistemele de comandă numerică, se realizează în mod simplu, de aceea este folosit frecvent. Întrucît controlul se bazează

pe compararea timpilor de aşchiere ai sculelor folosite cu media statistică a durabilităţii normate, scula, a cărei durabilitate efectivă va fi mai mare decît cea normată, va fi nefolosită integral, iar scula a cărei durabilitate va fi mai mică decît cea normată, va ieşi din funcţiune.

Pentru controlul timpului efectiv de aşchiere al fiecărei scule, programul de comandă al maşinii-unelte cu C.N. este citit şi de calculator. În urma analizei programului, calculatorul determină tipul şi numărul total i de scule folosite la prelucrarea piesei respective şi de asemenea, de cîte ori (j) aceeaşi sculă intervine într-un ciclu de prelucrare ($i=1, 2, 3, \ldots, i$), ($j=1, 2, 3, \ldots, j$).

În acelaşi timp, calculatorul determină regimurile de aşchiere pentru fiecare sculă: turaţia arborelui principal n_i şi viteza de avans w_i ($n_1, w_1, n_2, w_2; \ldots; n_i, w_i$). Deoarece în program sînt înscrise coordonatele punctelor din care începe (x_i, y_i, z_i) şi în care se termină (x_t, y_t, z_t) deplasarea sculei cu viteza de avans w_i, calculatorul stabileşte lungimea de aşchiere L_i pentru fiecare din sculele care contrbuie la realizarea prelucrării ($L_1, L_2, \ldots, L_i$). Ca rezultat, în memoria calculatorului se stochează un masiv de date, pe baza cărora se vor calcula în continuare timpii de aşchiere ai fiecărei scule $\tau_i = L_i/w_i$. Rezultatele obţinute se însumează pentru fiecare sculă, obţinîndu-se timpul de aşchiere al fiecărei scule pentru un ciclu de prelucrare : τ_{1c}, $\tau_{2c}, \ldots, \tau_{ic}$.

În urma numărării, de exemplu, a celor m piese identice prelucrate, se va determina timpul real de aşchiere $m\tau_{ic}$ al sculei pentru condiţiile date de preducrare. Acest timp se compară cu durabilitatea normată T_i. Valorile normate ale durabilităţii sculelor sînt introduse în memoria calculatorului, sub formă de masiv, de date sau se determină în baza relaţiilor de dependenţă $T=f(n, w)$. Comparînd valorile T_i şi τ_{ic}, se pot stabili următoarele :

— dacă după prelucrarea unei piese sau a m piese identice valoarea $m\tau_{ic}$ devine egală cu T_i, atunci se ia decizia de schimbare automată a sculei respective ;

— dacă la terminarea prelucrării unui lot de m piese identice $m\tau_{ic} < T_i$, atunci se calculează rezerva de durabilitate a sculei i :

$$R(T_i) = T_i - m\tau_{ic}; \qquad (1)$$

— se determină numărul de piese identice m_i care pot fi prelucrate de fiecare sculă în perioada de durabilitate : $m_i = T_i/\tau_{ic}$.

În figura 1 se prezintă algoritmul de calcul al timpului de aşchiere al sculei i. După (1) — introducerea datelor iniţiale (i — codul sculei, T_i — durabilitatea normată a sculei i, min.) şi (2) — citirea integrală ($k := k+1$) a programului de comandă (PC) care conţine k blocuri sau secvenţe, se trece la analiza secvenţelor (3) în care se găseşte adresa avansului corespunzător sculei i. În continuare (4), se determină timpul de aşchiere τ_i al fiecărei scule i($\tau_i = L_i/w_i$), care se adaugă la cel anterior τ_{ia} ; rezultă $\tau_{ic} = \tau_{ia} + L_i/w_i$ (L_i este deplasarea după coordonata Z, sau X indicată în PC, iar w_i — viteza de avans corespunzătoare

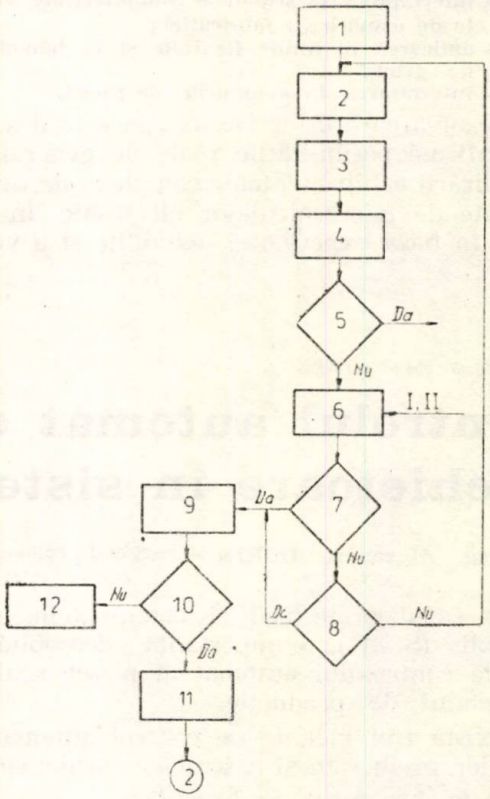


Fig. 1

aşchierii cu scula i). Valoarea obţinută se compară (5) cu valoarea T_i care este păstrată în memoria calculatorului. Dacă $T_i > \tau_{ic}$, se trece la analiza următoarei secvenţe din PC; dacă $T_i \leqslant \tau_{ic}$ se dă comanda (6) pentru schimbarea automată a sculei aşchietoare.

În figură este prezentată şi posibilitatea ca semnalul de schimbare automată a sculei să parvină şi de la traductorul care măsoară puterea consumată în lanţul cinematic principal, sau de la dispozitivul de măsurare a piesei. În primul caz, (I), se dă comanda pentru oprirea procesului de prelucrare şi schimbarea automată a sculei ; în al doilea caz (II), scula se schimbă la sfîrşitul prelucrării piesei. Dacă s-a dat comanda pentru schimbarea sculei şi dublura acesteia nu se găseşte în magazinul de scule, se comandă oprirea maşinii-unelte.

Celelalte notaţii din organigrama algoritmului de calcul din figura 1 au următoarele

semnificații : **7** — verificarea sursei de la care parvine semnalul de comandă pentru schimbarea automată a sculei (de la traductorul de putere de exemplu) ; **8** — verificarea adresei „sfîrșitul programului" din PC; **9** — comanda pentru oprirea arborelui principal și a mișcării de avans și emiterea semnalului de comandă pentru schimbarea sculei i ; **10** — se verifică dacă dublura sculei i se găsește în magazinul de scule; **11** — dacă „da" se schimbă automat scula i ($T_i := 0$) și se reia ciclul de prelucrare ($i := 0$) ; **12** — dacă „nu" se dă comanda pentru oprirea mașinii-unelte.

La prelucrarea, în continuare, a unui lot de piese diferite de precedentele, se pot folosi, în cazul general, aceleași scule așchietoare dar utilizînd alte regimuri de așchiere (v_j, w_j, t_j) Fiecărui regim de așchiere îi corespunde o anumită durabilitate calculată :

$$T_1 = f\ (v_1,\ w_1)\ ;$$

$$T_2 = f\ (v_2,\ w_2)\ ;\ \ldots\ ;\ T_j = f\ (v_j,\ w_j)$$

Între valorile durabilităților calculate se pot stabili una din următoarele relații:

$$T_1\ (v_1,\ w_1) > T_2\ (v_2,\ w_2)\ ;\ \ldots \qquad (2a)$$

$$T_1\ (v_1,\ w_1) = T_2\ (v_2,\ w_2)\ ;\ \ldots \qquad (2b)$$

$$T_1\ (v_1,\ w_1) < T_2\ (v_2,\ w_2)\ ;\ \ldots \qquad (2c)$$

Rezerva de durabilitate a sculei, rămasă disponibilă pentru realizarea prelucrării lotului următor de piese, se poate calcula pornind de la relațiile:

$$VB = C_{VB} v_i^{m_1} t_i^{m_2} s_i^{m_3} \tau_i^{m_4} \qquad (3)$$

$$VB_{adm} = C_{VB} v_i^{m_1} t_i^{m_2} s_i^{m_3} T_i^{m_4} \qquad (4)$$

în care VB este uzura sculei pe fața de așezare.

Să presupunem că este îndeplinită condiția (2c). Inițial, scula a lucrat cu regimul (v_1, w_1) în timp τ_1 în care s-a uzat pe fața de așezare cu mărimea :

$$VB_1 = C_{VB} v_1^{m_1} t_1^{m_2} s_1^{m_3} \tau_1^{m_4} \qquad (5)$$

Aceeași uzură s-ar fi obținut după un timp τ_2, dacă s-ar fi așchiat cu scula în regimul (v_2, w_2) :

$$VB_1 = C_{VB} v_2^{m_1} t_2^{m_2} s_2^{m_3} \tau_2^{m_4} \qquad (6)$$

De aici rezultă relația de legătură dintre τ_1 și τ_2:

$$\tau_2 = \left[\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{m_1}\left(\frac{t_1}{t_2}\right)^{m_2}\left(\frac{s_1}{s_2}\right)^{m_3}\right]^{1/m_4} \tau_1 \qquad (7)$$

Deci, rezerva de durabilitate a sculei în regimul (v_2, w_2) este :

$$R\ (T_2) = T_2 - \tau_2 \qquad (8)$$

Ținînd seama de relația :

$$VB_{adm} = C_{VB} v_1^{m_1} t_1^{m_2} s_1^{m_3} T_1^{m_4} =$$

$$= C_{VB} v_2^{m_1} t_2^{m_2} s_2^{m_3} T_2^{m_4} \qquad (9)$$

se poate scrie :

$$R(T_2) = \left[\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{m_1}\left(\frac{t_1}{t_2}\right)^{m_2}\left(\frac{s_1}{s_2}\right)^{m_3}\right]^{1/m_4} T_1 -$$

$$- \left[\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{m_1}\left(\frac{t_1}{t_2}\right)^{m_2}\left(\frac{s_1}{s_2}\right)^{m_3}\right]^{1/m_4} \tau_1 \qquad (10)$$

$$R(T_2) = \left[\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{m_1}\left(\frac{t_1}{t_2}\right)^{m_2}\left(\frac{s_1}{s_2}\right)^{m_3}\right]^{1/m_4} (T_1 - \tau_1) \qquad (11)$$

$$R(T_2) = \left(\frac{VB_{adm}}{T_1^{m_4}} \cdot \frac{T_2^{m_4}}{VB_{adm}}\right)^{1/m_4} (T_1 - \tau_1) \qquad (12)$$

$$R(T_2) = \frac{T_2}{T_1}(T_1 - \tau_1) \qquad (13)$$

sau generalizînd :

$$R(T_j) = \frac{T_j(T_{j-1} - \tau_{j-1})}{T_{j-1}} \qquad (14)$$

în care T_j și T_{j-1} reprezintă durabilitățile calculate pentru lotul de piese care se prelucrează și respectiv pentru cel care a fost prelucrat anterior, iar τ_{j-1} —timpul total de așchiere al sculei în regimul (j—1).

Dacă la terminarea unui lot de piese, scula mai are încă o rezervă de durabilitate determinată cu relația de mai sus, atunci calculatorul va face calculele în continuare în mod analog, iar scula se va folosi la prelucrarea următorului lot de piese, pînă cînd rezerva ei de durabilitate se epuizează.

O altă metodă de determinare a rezervei de durabilitate a unei scule așchietoare se bazează pe relațiile de dependență dintre uzură și timpul de prelucrare efectiv de forma :

$$VB = m_i \tau_i + n_i \qquad (15)$$

$$VB_{adm} = m_i T_i + n_i \qquad (16)$$

în care T_i este durabilitatea sculei i care prelucrează cu viteza de așchiere v_i, VB_{adm} uzura maxim admisă pe fața de așezare a sculei. Relația (15), pusă în evidență de o serie de autori [1, 2], este folosită pentru liniarizarea celei de-a doua porțiuni a curbei caracteristice de uzură a sculelor așchietoare.

Considerînd că scula a prelucrat cu două viteze de așchiere diferite v_1 și v_2 în intervalele τ_1 și respectiv τ_2, uzurile corespunzătoare notate cu VB_1 și VB_2 sînt:

$$VB_1 = m_1\tau_1 + n_1 \tag{17}$$

$$VB_2 = m_2\tau_2 + n_2 \tag{18}$$

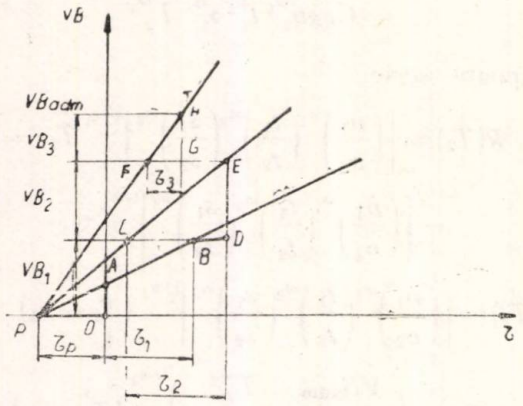


Fig. 2

Pînă la epuizarea rezervei de durabilitate a sculei se presupune că mai trebuie să se prelucreze τ_3 minute, timp în care uzura sculei crește cu valoarea VB_3 (fig. 2).

Prin urmare :

$$VB_1 + VB_2 + VB_3 = VB_{adm} \tag{19}$$

Din triunghiurile dreptunghice *CDE* și *FGH* rezultă :

$$VB_2 = m_2\tau_2 \tag{20}$$

$$VB_3 = m_3\tau_3 \tag{21}$$

Deci, ținînd seama de relațiile (17), (20) și (21), expresia (19) devine :

$$VB_{adm} = n_1 + m_1\tau_1 + m_2\tau_2 + m_3\tau_3 =$$

$$= n_1 - \sum_{i=1}^{3} m_i\tau_i \tag{22}$$

Din triunghiul *POA* se deduce :

$$n_1 = m_1\tau_p \tag{23}$$

în care τ_p este o constantă ce depinde de natura materialului de prelucrat și a sculei așchietoare.

Ținînd seama de relația (23) relația (22) devine :

$$VB_{adm} = m_1\tau_p + \sum_{i=1}^{3} m_i\tau_i \tag{24}$$

Relația (16) se poate scrie sub forma :

$$VB_{adm} = m_i T_i + m_i\tau_p \tag{25}$$

de unde rezultă:

$$m_i = \frac{VB_{adm}}{T_i + \tau_p}, \tag{26}$$

iar :

$$m_1 = \frac{VB_{adm}}{T_1 + \tau_p} \tag{27}$$

Cu această relație, expresia (24) devine:

$$VB_{adm} = \frac{VB_{ad\,n}}{T_1 + \tau_p}\cdot\tau_p + \sum_{i=1}^{3}\frac{VB_{adm}}{T_i + \tau_p}\tau_i \tag{28}$$

sau:

$$1 = \frac{\tau_p}{\tau_p + T_1} + \sum_{i=1}^{3}\frac{\tau_i}{T_i + \tau_p} \tag{29}$$

$$\sum_{i=1}^{3}\frac{\tau_i}{T_i + \tau_p} = \frac{T_1}{\tau_p + T_1} \tag{30}$$

$$\frac{\tau_1}{T_1 + \tau_p} + \frac{\tau_2}{T_2 + \tau_p} + \frac{\tau_3}{T_3 + \tau_p} = \frac{T_1}{T_1 + \tau_p} \tag{31}$$

Deci rezerva de durabilitate a sculei va fi:

$$\tau_3 = \left(\frac{T_1}{T_1 + \tau_p} - \sum_{i=1}^{2}\frac{\tau_i}{T_i + \tau_p}\right)(T_3 + \tau_p) \tag{32}$$

sau generalizînd:

$$\tau_i = \left(\frac{T_1}{T_1 + \tau_p} - \sum_{i=1}^{i-1}\frac{\tau_i}{T_i + \tau_p}\right)(T_i + \tau_p) \tag{33}$$

Dacă se consideră relația de dependență dintre viteza de așchiere și durabilitate :

$$T_i v_i^z = C_v \tag{34}$$

expresia (33) se poate scrie sub o altă formă :

$$\tau_i = \left(\frac{C_v v_1^{-z}}{C_v v_1^{-z} + \tau_p} - \right.$$

$$\left. - \sum_{i=1}^{i-1}\frac{\tau_i}{C_v v_i^{-z} + \tau_p}\right)(C_v v_i^{-z} + \tau_p) \tag{35}$$

Controlul uzurii prin metoda măsurării cu precizie a geometriei muchiilor așchietoare nu se folosește, frecvent, deoarece asemenea măsurări ridică probleme tehnice pe mașinile-unelte grele, pentru scule cu mai mulți dinți (de exemplu, freze frontale sau cilindro-frontale), și, mai ales, în cazul cînd pe mașina-unealtă se folosește un număr mare de scule de diverse tipuri (vezi cazul centralelor de prelucrare).

A treia metodă de evaluare indirectă a uzurii sculelor este universal valabilă pentru orice tip de sculă și ușor de pus în aplicare. În ca-

litate de parametru de măsură, se poate folosi forța de așchiere, momentul la arborele principal, puterea sau curentul motorului de antrenare al lanțului cinematic principal. Inițial, pentru fiecare tip de sculă și anumite condiții de așchiere (adaos de prelucrare, duritatea materialului de prelucrat, viteza de așchiere, avans) se determină experimental dependența dintre uzura sculei și unul din parametrii enumerați.

În timpul prelucrării, periodic, se măsoară parametrul fixat (forță, cuplu, putere de așchiere) și, pe baza relației de dependență, uzura corespunzătoare.

Controlul automat, cu rulmenți traductori de forță, este un control continuu al sculei, care se realizează în timpul procesului de așchiere, în scopul determinării gradului de uzură și a posibilității de rupere a acesteia. Problema controlului continuu constă în depistarea rapidă a posibilelor influențe negative și luarea măsurilor corespunzătoare (schimbarea automată a sculei, întreruperea programului, repetarea comenzii de pornire a mașinii-unelte), în vederea continuării funcționării automate a S.T.F.

Uzura sau ruperea muchiei așchietoare a sculei influențează forța de așchiere și curentul absorbit de motorul din lanțul cinematic principal.

Forțele de așchiere care solicită scula este rațional să fie măsurate direct pe rulmenții arborelui prncipal. Măsurarea printr-un asemenea procedeu prezintă următoarele avantaje: se realizează în imediata apropiere de locul contactului dintre sculă și piesă supusă prelucrării ;

se face continuu ;

nu este influențată de așchii și de lichidul de răcire care se găsesc în zona de prelucrare.

Sistemul de control automat al sculei include rulmenți traductori de forță montați în arborele principal (fig. 3), un amplificator și blocul electronic de prelucrare a rezultatelor măsurării, comandat prin intermediul unui microprocesor. Blocul electronic este legat cu sistemul de comandă al S.T.F. printr-o linie de transmitere a datelor.

În calitate de traductori de forță, se folosesc rulmenți standardizați, cu prestrîngere, prevăzuți cu cabluri de măsurare desfășurate, care pot emite semnale proporționale cu forța de așchiere. Ca aspect exterior, rulmentul traductor de forță (**1** și **2** din figura 3) se deosebește de un rulment obișnuit numai prin cablul **3** atașat, care de regulă este fixat pe partea cilindrică a inelului exterior al rulmentului. Sensibilitatea foarte mare a rulmenților traductori de forță permite controlul unor forțe mici și de aceea se recomandă folosirea unor asemenea rulmenți pentru controlul sculelor utilizate la perlucrarea găurilor de dimensiuni mici.

Pînă în momentul atingerii forței-limită controlate, semnalele transmise de traductori sînt comparate continuu cu valorile corespunzătoare forțelor de așchiere incluse în program.

În calitate de semnale de referință, servesc cele corespunzătoare forțelor care apar la prelucrarea în regim de reglare cu scule ascuțite. Apelarea valorii forței date, necesare pentru comparare, se realizează în funcție de codul sculei. În cazul folosirii repetate a uneia și aceleiași scule, pentru diferite operații, sculei i se conferă un număr suplimentar (în cadrul programului concret de prelucrare), număr care depinde de numărul operației. Forțele de așchiere au valorile lor limită, care, în funcție de forța reală la anumit moment și pe baza mărimilor programate, sînt determinate și indicate automat.

Prin folosirea metodei controlului automat cu traductori de forță, nu este necesar să se cunoască cu precizie durabilitatea sculei.

În cazul folosirii capetelor multiax, a sculelor pentru retezat, a capetelor de frezat și de alezat conic, adică în cazurile cînd forța de așchiere nu se transmite direct la rulmenții arborelui principal, uzura sculei se controlează de regulă prin intermediul, curentului consumat de motorul din lanțul cinematic principal.

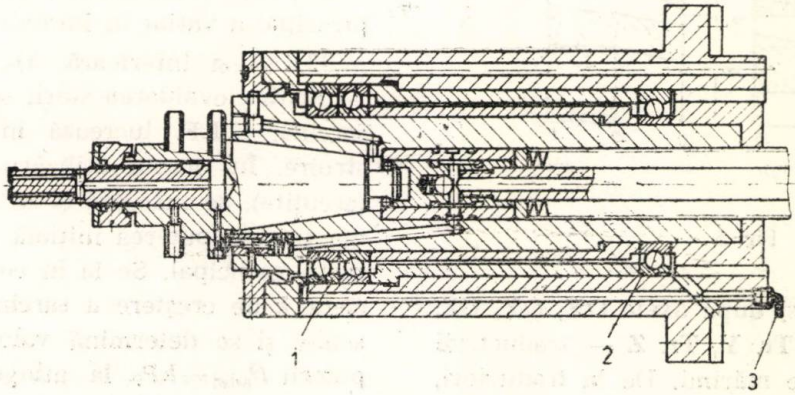


Fig. 3

Defectarea sculei, ca rezultat al uzurii sau ruperii accidentale, conduce la modificarea geometriei și mărirea corespunzătoare a forțelor și momentelor de așchiere. Măsurarea periodică și compararea forțelor și a momentelor de așchiere, începînd cu prima trecere realizată cu o sculă ascuțită, permit să se determine creșterea corespunzătoare a sarcinii care solicită scula și, prin urmare, indirect, și gradul de uzură a sculei pe măsura utilizării ei. Pentru măsurarea forțelor și momentelor de așchiere, se pot folosi diferite construcții de dinamometre.

Cea mai simplă metodă de măsurare (care nu necesită modificarea constructivă a subansamblurilor mașinii-unelte) a forțelor care acționează asupra sistemului (mașină-unealtă, sculă, piesă, dispozitiv) constă în măsurarea intensității curentului, sau puterii consumate de motoarele de antrenare a lanțului cinematic principal și respectiv de avans (fig. 4).

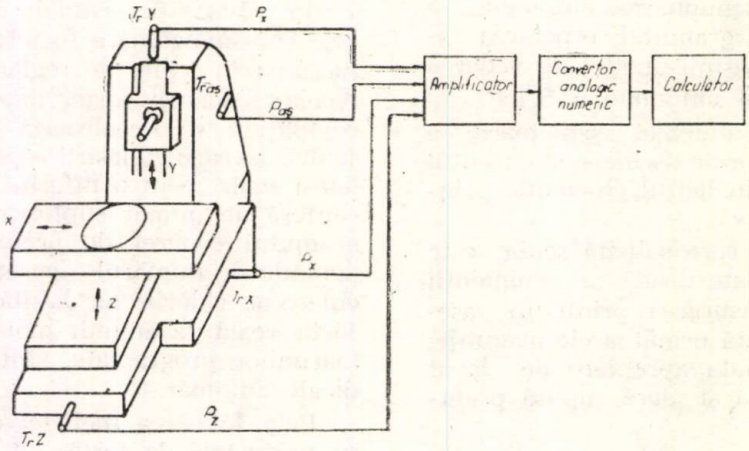


Fig. 4

În figura 4, $P_{aș}$, P_X, P_Y, P_Z reprezintă puterile consumate în lanțul cinematic principal și respectiv în lanțurile cinematice de poziționare (sau de avans) după axele OX, OY, OZ, iar **Tr. aș, Tr. X, Tr. Y, Tr. Z** — traductorii care măsoară aceste mărimi. De la traductori, semnalele corespunzătoare valorile puterilor consumate în procesul de așchiere sînt amplificate de un amplificator și, printr-un convertor analogic numeric, sînt furnizate sub formă de mărimi codificate calculatorului care coordonează funcționarea S.T.F.

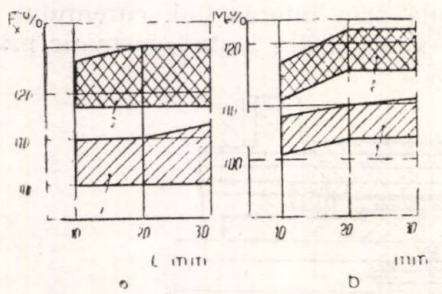


Fig. 5

În figura 5, a, este dat graficul variației în procente a forței axiale F_x, iar în figura 5, b — graficul momentului rezistent la găurire cu un burghiu ascuțit (curba **1**) și cu unul uzat (curba 2) avînd diametrul $D=10$ mm. Curbele au fost trasate la găurirea unei piese din fontă cenușie Fc 150, pe o lungime $L=3\ D$; uzura admisibilă la vîrfurile burghiului s-a considerat 1,1 mm, iar uzura pe fața de așezare de 0,35 mm. Găurirea s-a efectuat pe un centru de prelucrare model 6904 MF 2. Momentul rezistent M_r la arborele principal s-a determinat măsurînd puterea $P_{aș}$ consumată de lanțul cinematic principal, iar forța axială F_x — prin măsurarea puterii P_Z din lanțul cinematic de avans pe axa Z. În cazul așchierii cu burghiu uzată, puterea consumată în lanțul cinematic de avans a variat în procente față de mărimea de referință (considerată ca fiind puterea cea mai mică măsurată în cazul prelucrării cu un burghiu ascuțit) între limita superioară $\Delta^s_{P_z}=45\%$ și limita inferioară $\Delta^i_{P_z}=25\ \%$. La rîndul său, puterea consumată în lanțul cinematic principal a variat în limitele superioară $\Delta^s_{P_{aș}}=22{,}3\ \%$ și inferioară $\Delta^i_{P_{aș}}=15\ \%$.

Pentru evaluarea stării sculei, în funcție de sarcină, S.T.F. lucrează în regim de autoinstruire. În timpul utilizării fiecărei scule noi (ascuțite), se măsoară și se memorează la prima trecere puterea inițială P_0 din lanțul cinematic principal. Se ia în considerare un coeficient k de creștere a sarcinii în urma uzurii sculei și se determină valoarea admisibilă a puterii $P_{adm}=kP_0$, la atingerea căreia se dă comanda de schimbarea automată a sculei.

Pentru valori admise ale uzurii la vîrfuri $VB_v = 1$ mm, coeficientul k este, de exemplu, pentru burghie $k_b = 1{,}3 \ldots 1{,}5$, iar pentru alezoare $k_a = 1{,}9 \ldots 2{,}2$.

Decizia referitoare la schimbarea automată a sculei aşchietoare o ia calculatorul, pe baza algoritmului de rezolvare a problemei privind controlul automat al stării sculei aşchietoare. La elaborarea algoritmului (fig. 6), s-a avut în vedere informaţia referitoare la starea sculei aşchietoare determinată de anumiţi parametri. Primul parametru este uzura catastrofală VB_{adm} sau ruperea accidentală a sculei aşchietoare. Al doilea parametru este valoarea forţelor de aşchiere. Acestea se modifică în sens crescător, pe măsura utilizării sculei aşchietoare. La un moment dat ele ating valorile-limită admise. În acest moment, puterea efectivă consumată în lanţul cinematic principal sau de avans tinde să depăşească puterea nominală $P_i \geq P_{i\,adm}$ şi, în consecinţă, se va da comanda de schimbare a sculei.

Al treilea parametru este durabilitatea calculată. Cînd aceasta se epuizează $T_{ic} \geq T_i$ şi relaţia dintre puterea efectivă de aşchiere şi cea admisă este $P_i \geq 0{,}9 P_{iadm}$ se impune schimbarea sculei.

Al patrulea parametru este precizia de prelucrare. Dacă în urma măsurării piesei prelucrate rezultă că abaterea unuia din parametrii de precizie a piesei ΔA atinge una din valorile-limită ΔA_s sau ΔA_i şi reglarea nu este posibilă, atunci se ia decizia de schimbare a sculei. În cazul în care corecţia pentru reglare este posibilă şi forţele care solicită scula satisfac inegalitatea $P_i < P_{i\,adm}$, se dă comanda de reglare şi de continuare a folosirii sculei.

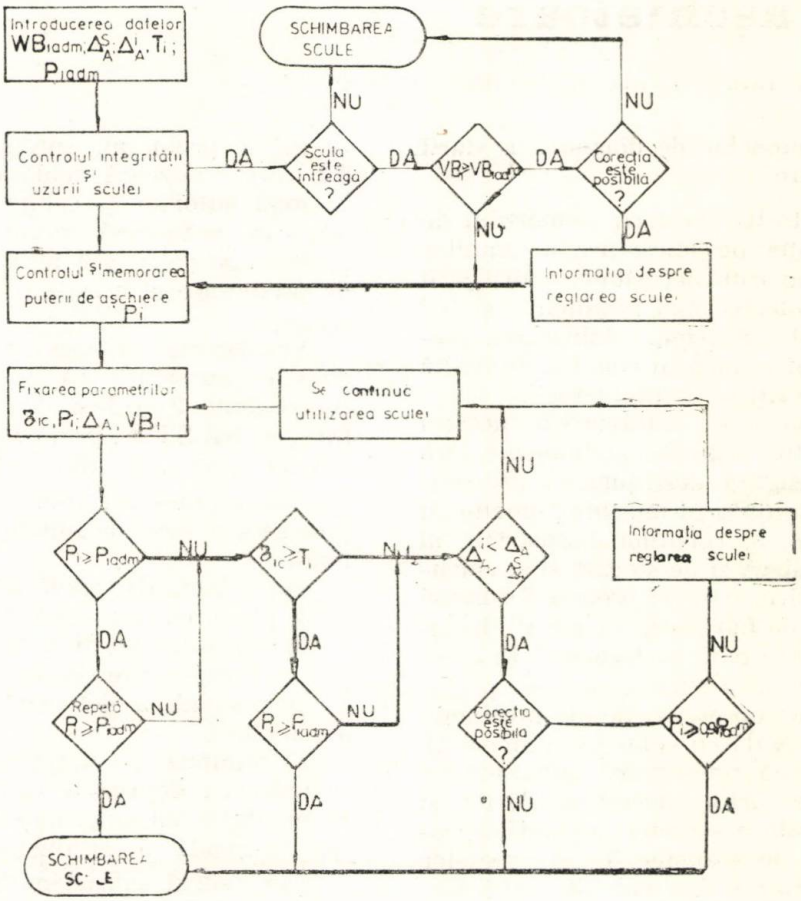


Fig. 6

În final, se poate conchide că diagnozarea uzurii sculelor aşchietoare şi determinarea momentului în care acestea trebuie schimbate reprezintă probleme caracteristice sistemelor tehnologice flexibile. Folosirea calculatorului, a sistemelor de măsurare a timpului de aşchiere a sculelor şi a forţelor de aşchiere sînt principalii factori de diagnoză a uzurii sculelor, în baza căreia se realizează schimbarea automată a acestora.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Friedman, M., Ber, A.:* A Theoretical Derivation of Tool Lift-Equation in Machining Based on Adhesive Wear Mechanism at Tool Flank. In: First World Conference and Industrial Tribology, New Delhi, 1972.

[2] *Dorin, Al., Străjescu, E.:* Metodă de determinare a durabilității medii efective a sculelor așchietoare. În: Metrologia aplicată, nr. 3, 1975.
[3] *Dorin, Al., Marinescu, I.:* The Determination of Tool Life-Time Used in NC-Lathes. In: Buletinul Institutului Politehnic, București, nr. XLV, 1983.
[4] *Heizeli, U.:* Metodi kontrolia instrumenta i obrabativaemoi detali v ghibkom avtomatizirovannom proizvodstve. In Stanki i instrumentî, nr. 2, 1985.
[5] *Timiriazev, V.:* Avtomaticeskoe opredelenie sostoianiia rejuşcego instrumenta i momenta ego zamenî v ghibkom avtomatizirovannom proizvodstve. In: Vestnik maşinostroeniia, nr. 6, 1985.

CZ : 338.05 : 004.6 : 621.9.025

Metode indirecte de diagnoză a uzurii sculelor așchietoare

Dr. ing. Alexandru **DORIN** – Institutul Politehnic, București

Clasificarea metodelor de diagnoză a stării sculelor așchietoare

În prezent, datorită creșterii numărului de produse și tendinței de micșorare a timpilor de fabricație, a apărut necesitatea utilizării unor sisteme tehnologice mai productive și mai economice, capabile să asigure fabricarea pieselor în loturi relativ mici, în condiții de înaltă productivitate și calitate a prelucrării.

Una din variantele de rezolvare a acestui deziderat o constituie așa-zisa „tehnologie fără operatori", care asigură desfășurarea procesului de producție cu ajutorul mașinilor-unelte cu comandă numerică, al roboților industriali, al sistemelor de transport și de stocare și al calculatoarelor electronice, care împreună formează un sistem flexibil de fabricație — S.F.F. Structura unui S.F.F. este dată în figura 1. În componența S.F.F. (1) intră subsistemul de prelucrare 2, care include un număr de mașini-unelte automatizate (de regulă cu comandă numerică), cu care se realizează prelucrarea automată a semifabricatelor, în orice succesiune dorită, și schimbarea automată a sculelor și semifabricatelor, subsistemul de transfer 3 al pieselor prelucrate în cadrul S.F.F. și subsistemul informațional 4.

Subsistemul de transfer (de transport) al semifabricatelor și al pieselor prelucrate se compune din magazinul 3.1 din care se face automat extragerea semifabricatului ce urmează să fie prelucrat, mecanismul de transfer 3.2, care realizează deplasarea semifabricatului în mod automat și echipamentul de comandă 3.3, care realizează corelarea între deplasarea pieselor de către sistemul de transfer și ciclul de prelucrare al acestora în sistemul de prelucrare.

Subsistemul informațional 4 asigură comanda automată 4.1 a celorlalte subsisteme componente 2 și 3 și controlul automat al funcționării S.F.F., prin culegerea și prelucrarea datelor provenite din exploatare.

Subsistemul informațional trebuie să îndeplinească o serie de funcții, printre care se numără :

a) readaptarea rapidă a S.F.F. la prelucrarea unei piese cu alte caracteristici ;

b) controlul stării sistemului și a mecanismelor componente în procesul exploatării ;

c) prevenirea defectării mașinilor-unelte și a sculelor ;

d) minimizarea timpului de staționare, prin optimizarea depistării cauzei defectării ;

e) obținerea informațiilor pentru organizarea rațională a producției.

Din cadrul subsistemului 4.2 face parte și sistemul de diagnoză a stării sculelor așchietoare.

Sistemul de diagnoză a stării sculelor așchietoare contribuie la menținerea preciziei de prelucrare, la funcționarea continuă a S.F.F.

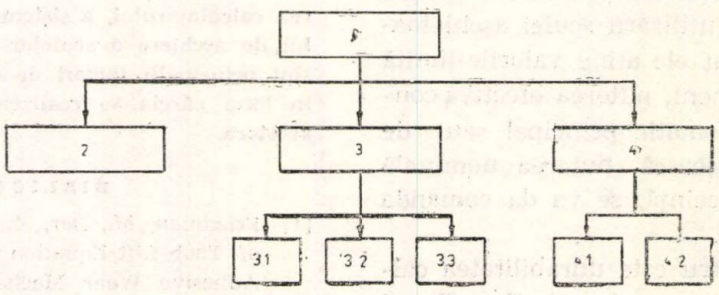


Fig. 1

la luarea deciziilor de schimbare a sculelor uzate sau rupte, efectuînd un schimb de informații cu echipamentele CNC și DNC, cu sistemele de măsură și de transport ale pieselor și cu sistemul de diagnoză propriu mașinii-unelte cu CNC.

Schimbul de informații, în general între sistemul de diagnoză și echipamentele CNC și DNC se face pe baza unor programe de diagnoză. Aceste programe permit :

a) evidențierea apariției condițiilor anormale de deplasare a mecanismelor din cadrul S.F.F.;

b) sesizarea depășirii timpilor de efectuare a operațiilor sub controlul subsistemului informațional al S.F.F. ;

c) compararea valorilor efective ale parametrilor tehnologici cu cele înscrise în program;

d) limitarea abaterilor de la regimul normal de funcționare ;

e) elaborarea instrucțiunilor de diagnoză necesare operatorului sau reglorului ;

f) controlul succesiunii acțiunilor operatorului în regim de comandă manuală.

Datorită diversității, mașinilor-unelte și sculelor utilizate în cadrul diferitelor S.F.F., sistemele de diagnoză se întîlnesc într-o varietate mare de realizări principale și constructive. În figura 2 este prezentată clasificarea sistemelor de diagnoză a stării sculelor aș-

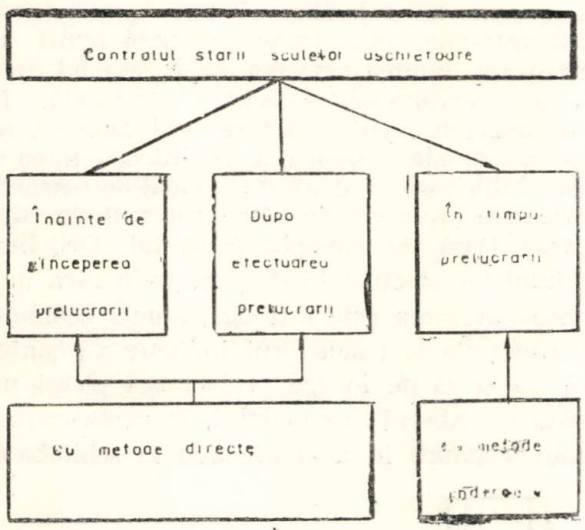


Fig. 2

chietoare, în funcție de momentul în care se face controlul sculelor și se iau deciziile de diagnoză.

Controlul stării sculelor aşchietoare, înainte sau după prelucrare, asigură determinarea directă a gradului lor de uzură, sau a integrității acestora, prin măsurarea parametrilor dimensionali și de formă ai sculelor cu ajutorul palpatorilor sau a sistemelor optice (fig. 3).

Controlul stării sculelor aşchietoare, în timpul prelucrării, nu se poate efectua în mod direct, datorită condițiilor în care se desfășoară procesul de aşchiere (mişcare relativă între piesă și sculă, prezența aşchiilor și a lichi-

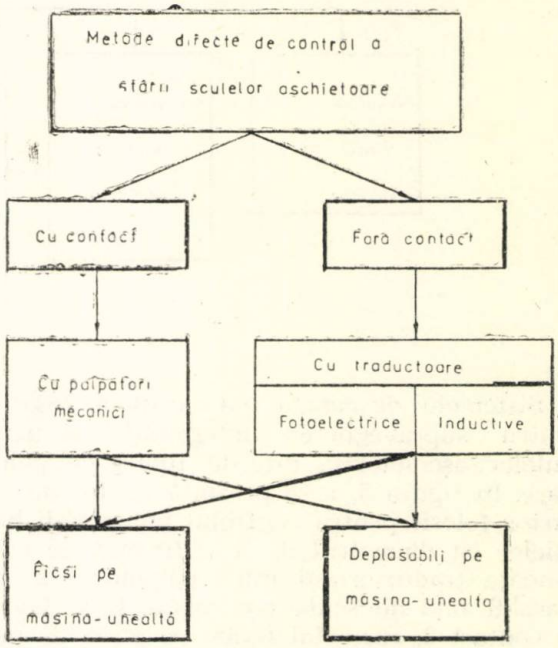


Fig. 3

dului de răcire în zonă etc.), ci în mod indirect, măsurîndu-se curentul absorbit sau puterea consumată de motorul electric din lanțul cinematic principal sau de avans, forțele de aşchiere sau momentele rezistente, timpii efectivi de aşchiere etc. (fig. 4). Deci, dacă se are în vedere, modul în care se face efectiv culegerea informațiilor referitoare la starea sculelor aşchietoare, atunci se disting metode directe și metode indirecte de control (diagnoză) al stării acestora, fiecare dintre acestea prezentînd avantaje și dezavantaje.

Controlul stării sculelor aşchietoare în timpul prelucrării prezintă următoarele avantaje :

asigură supravegherea continuă a modului de comportare a sculelor ;

determină tendința de evoluție a uzurii acestora și preîntîmpină, cu promptitudine, apariția defecțiunilor datorate unei ruperi accidentale, sau uzurii catastrofale în timpul desfășurării procesului de prelucrare.

În plus, unele din metodele de control asigură utilizarea fiecărei scule aşchietoare pînă la epuizarea rezervei de durabilitate.

Metodele directe de control sînt caracterizate de o fiabilitate ridicată, un cost scăzut, posibilitate de cuplare ușoară la un microprocesor, erori minime de diagnoză.

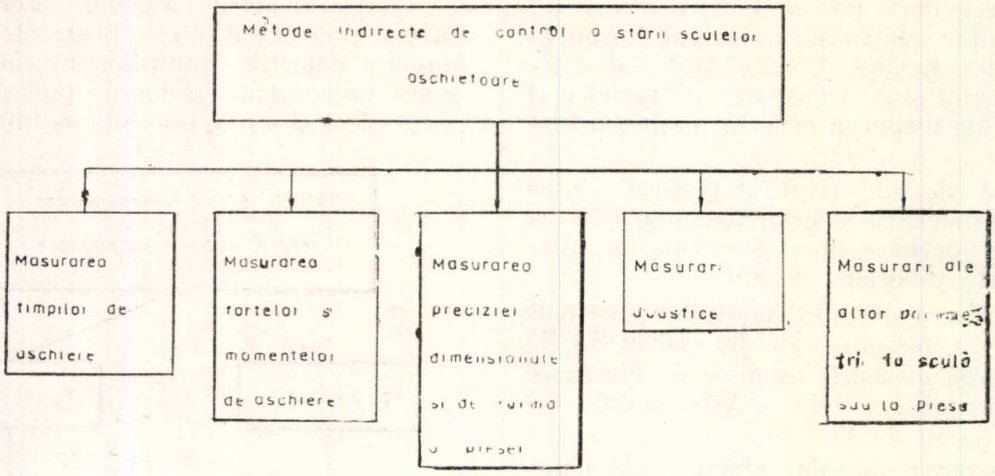


Fig. 4

Sistemele de control cu contact folosesc, pentru supravegherea integrității și uzurii sculelor aşchietoare, diferite tipuri de palpatoare. În figura 5, a se prezintă un tip de traductor folosit pentru controlul integrității burghielor cu diametrul de 3...10 mm. În componența traductorului intră palpatorul **2**, deplasabil față de scula controlată **1**, și lamela de contact **3**, care sînt fixate pe placa de bază **4** printr-un material izolant **5**. Palpatorul este adus în contact cu scala ce trebuie controlată. Dacă aceasta este întreagă, atunci contactul electric **k** nu se închide și releul **RI** nu este alimentat. La ruperea burghiului, contactul **k** se va închide și releul **RI** va fi pus sub tensiune ; drept consecință va fi emis un semnal de comandă de către sistemul de diagnoză pentru schimbarea burghiului rupt. Dezavantajele unor asemenea traductoare cu contact se datorează gabaritului lor, care influențează asupra zonei de control, avînd în vedere că periodic (la începutul sau la sfîrșitul prelucrării), traductorul este deplasat pentru a verifica integritatea sculei, respectiv, apăsarea exercitată de palpator pe sculă.

Sistemele de control fără contacte folosesc, în mod frecvent, traductoare inductive, a căror funcționare se bazează pe modificarea inductanțelor proprii. În varianta de bază (fig. 5, b), elementul sensibil al traductorului inductiv este constituit dintr-o bobină **4**, montată în corpul **2**, din oțel, și protejată pe ambele laturi de capacele **1** și **5**, tot din oțel. Între cele două capace rămîne un spațiu în care se fixează bucșa **3** din material nemagnetic. În interiorul bobinei se introduce scula **6**, ce urmează să fie controlată, care se comportă ca un miez feromagnetic. La deplasarea burghiului în interiorul bobinei, se produce o variație a inductanței proprii a bobinei. Bobina este intercalată într-una din ramurile unei punți de măsurare. Puntea este reglată în așa fel, încît — în absența sculei — să fie echilibrată. La introducerea sculei în interiorul bobinei, rezistența totală a punții se modifică, puntea se dezechilibrează și apare un semnal de comandă care este prelucrat de către sistemul de diagnoză. Dacă, de exemplu, controlul stării burghiului s-a efectuat la sfîrșitul prelucrării unei piese, iar scula este întreagă, atunci semnalul provenit de la traductorul inductiv va confirma că se poate începe prelucrarea piesei următoare. Absența semnalului, în urma controlului, conduce în mod automat la schimbarea

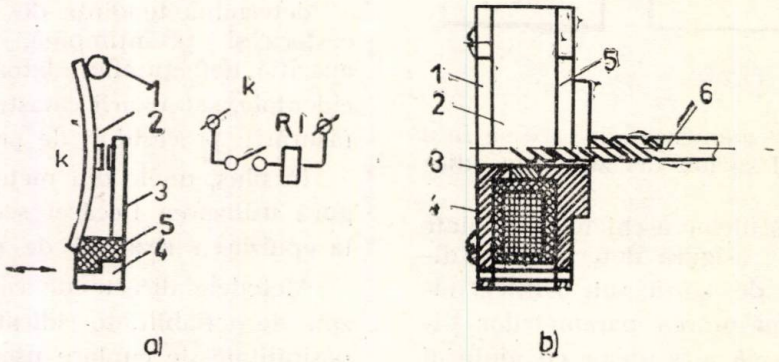


Fig. 5

sculei sau imposibilitatea continuării procesului de prelucrare (în cazul în care în magazinul de scule nu se găsește o sculă identică).

În lucrare se prezintă unele aspecte referitoare la metodele indirecte de diagnoză a uzurii sculelor așchietoare utilizate în S.F.F.

Metode indirecte de diagnoză a uzurii sculelor așchietoare

Uzura sculelor așchietoare poate fi evaluată sau diagnosticată direct sau indirect. În prezent, pe mașinile-unelte se folosesc metode indirecte de diagnoză a uzurii ; pentru aceasta, ca indici de apreciere, se utilizează timpul efectiv de așchiere al sculei, modificarea unor valori ale parametrilor procesului de așchiere care sînt într-o strînsă dependență de uzura sculelor etc.

La alegerea parametrului pentru diagnoza uzurii sculelor așchietoare, se are în vedere ca acesta să poată fi ușor de măsurat, să fie sensibil la variația uzurii în timp și, în același timp, mai puțin sensibil la variația altor factori care caracterizează procesul de așchiere. Pentru a se alege parametrul cel mai indicat, pentru diagnoza uzurii așchietoare, este necesar să se compare variația lor datorită uzurii sculei și a celorlalți factori care intervin în procesul de așchiere.

De exemplu, pentru a stabili care este parametrul cel mai sensibil pentru diagnoza uzurii cuțitelor de strung, se folosește instalația a cărei schemă-bloc este prezentată în figura 6. Notațiile din figură au următoarea semnificație :

1 — piesa de prelucrat ; 2 — cuțit ; **3** — dinamometru universal pentru măsurarea componentelor forței de așchiere ; **4** — rezistență adițională ; **5**, și **6** — amplificatoare ; **7** — bloc cu 30 de canale pentru filtrarea benzilor de frecvență ; **8** — bloc de detecție; **9, 10, 11** — blocuri de coincidență ; **12** — convertizor multicanal analogic-numeric ; **13** — comutator pentru semnale analogice ; **14** — procesorul central al calculatorului ; **15** — dispozitiv de intrare-ieșire ; **A** — blocul informației primare ; **B** — blocul de legătură cu calculatorul ; **C** — unitate de calcul complex pe bază de calculator

Încercările s-au efectuat la strunjirea pieselor din oțel 40 Cr 10 cu cuțite cu plăcuțe schimbabile din carburi metalice P 20 fără folosirea lichidului de răcire, pe strungul model 16 K 20 cu acționare reglabilă prin tiristoare a lanțului cinematic principal. Parametrii înregistrați au fost componentele F_x și F_z ale forței de așchiere, tensiunea constantă U_c și variabilă U_v componente ale tensiunii termoelectromotoare ale cuplului natural sculă-piesă.

În cursul încercărilor, s-au variat simultan viteza de așchiere v între 60 și 180 m/min., avansul între 0,1 și 0,2 mm/rot. și adîncimea de așchiere t între 0,5 și 1 mm. Toți parametrii menționați mai sus s-au înregistrat simultan de către unitatea complexă de calcul, pînă la atingerea valorii de 0,6 mm pentru uzura VB pe fața de așezare a cuțitului.

Prelucrarea rezultatelor experimentale a condus la obținerea unor indici statistici care reflectă influența lui v, s, t și VB asupra parametrilor F_x, F_z, U_c și U_v. În tabelul 1 sînt prezentate rapoartele dintre dispersia parametrului sub acțiunea factorului de influență luat în considerare și dispersia aceluiași parametru sub acțiunea celorlalți factori. De exemplu, dispersia componentei principale F_z a forței de așchiere datorate uzurii de pe fața de așezare a cuțitului, VB este de 929 de ori mai mare decît dispersia aceluiași parametru (F_z) datorită celorlalți factori. În acest caz, acest raport al dispersiilor este cu mult mai mare decît nivelul de semnificație $\theta = 5$. Nivelul de semnificație θ este raportul dispersiilor pentru care, cu probabilitatea de 99 %, influența factorului analizat se consideră că nu este aleatorie.

Din tabel se observă că variația vitezei de așchiere influențează asupra componentei constante U_c a tensiunii termoelectromotoare variația adîncimii de așchiere și a avansului are influență asupra componentelor F_z și F_x ale forței de așchiere, iar variația uzurii

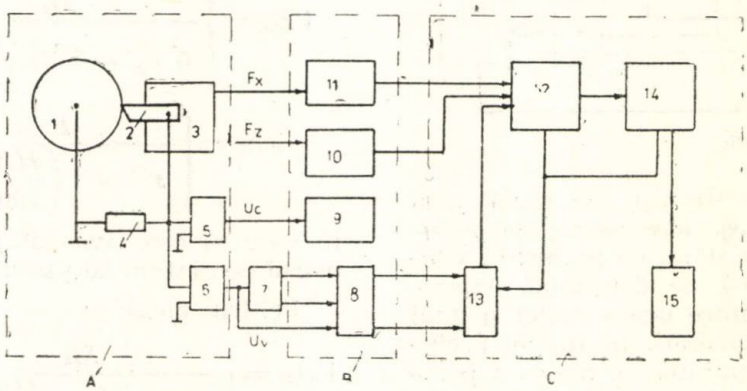


Fig. 6

VB de pe fața de așezare a cuțitului influențează asupra componentei variabile U_v a tensiunii termoelectromotoare. De asemenea, va-

Tabel

Factori variați	Parametrii măsurați					0
	F_z	F_x	F_z/F_x	U_c	U_v	
v	8,0	5,2	1,5	184	6,7	4,1
s	229	124	14,2	13,3	0,7	5,0
t	929	1524	49.5	15,6	0,6	7,1
VB	10,8	6,8	1,2	2,6	28,6	5,0

riația factorilor v, s și t nu conduce la modificări sensibile ale lui U_v. Se poate conchide că, pentru diagnoza prin metode indirecte a uzurii cuțitelor de strung utilizate în S.F.F. este recomandabil să se folosească componenta variabilă U_v a tensiunii termoelectromotoare.

Cea de a doua metodă de evaluare a uzurii sculelor, prezentată în figura 4, este universală pentru sculele de prelucrare a găurilor și este ușor de pus în aplicare. În calitate de parametru de măsură, se pot folosi : forța de așchiere, momentul rezistent la arborele principal și puterea sau curentul motorului de antrenare a lanțului cinematic principal sau de avans. De exemplu, în cazul unui centru de prelucrare cu arbore orizontal (fig. 7), variația forțelor de așchiere este sesizată de traductorii 2 și 3. Semnalele emise de aceștia sînt transmise blocului de legătură 4 și a mașinii-unelte și de aici la calculatorul de comandă **5**.

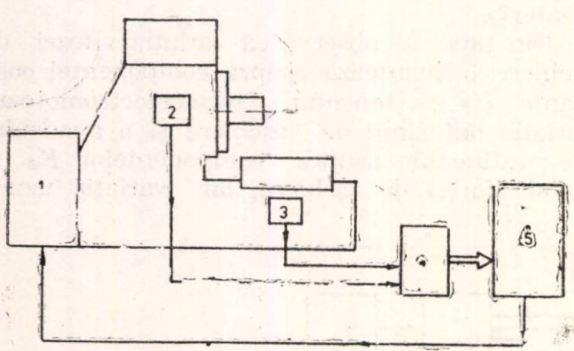


Fig. 7

Inițial, pentru fiecare tip de sculă și în anumite condiții de așchiere (adaos de prelucrare, duritatea materialului de prelucrat, viteză de așchiere, avans), se determină experimental dependența dintre uzura sculei și unul dintre parametrii enumerați. În timpul prelucrării, periodic sau continuu, se măsoară parametrul fixat (forță, cuplu sau putere de așchiere) și pe baza relației de dependență se determină uzura corespunzătoare. La atingerea uzurii-limită admisie, calculatorul de comandă **5** ia deczia de schimbare automată a sculei uzate, care este realizată prin intermediul echipamentului de comandă numerică **1** a centrului de prelucrare.

Dacă scula, în decursul unei perioade de durabilitate, prelucrează semifabricate din diferite materiale, cu regimuri de așchiere diverse, atunci în memoria calculatorului, în afară de valorile inițiale M_{t0} și F_0, ale momentului de torsiune și respectiv ale forței axiale obținute la prelucrarea cu scule noi, trebuie să se păstreze și informația referitoare la influența asupra acestor parametri ai factorilor variabili din procesul de așchiere.

Cercetările efectuate la prelucrarea găurilor în semifabricate din fonte cenușii cu HB 100 ... 200 au fost caracterizate de viteze de așchiere $v=15...45$ m/min., avansuri $s=0{,}1...0{,}43$ mm/rot. Pentru burghiere, s-au folosit burghiuri de diametru $d=6...14$ mm ($\alpha=12°$; $2\varkappa=120°$), pentru lărgire-lărgitoare cu $d=14...32$ mm ($\alpha=20°$; $\varkappa=30°$), iar pentru alezare-alezoare de mașină cu $d=20...40$ mm ($\alpha=18°$; $\varkappa=10°$). Sculele au fost confecționate din oțel Rp 5. Adaosul de prelucrare pe diametru la lărgire a fost de 0,2 ... 2 mm, iar la alezare de 0,1 ... 0,8 mm. Adîncimea găurilor prelucrate nu a depășit 3 d. Drept criteriu de uzură, s-a ales uzura vîrfurilor de pe fațetele de ghidare $VB=1{,}5$ mm.

Prelucrarea datelor experimentale a condus la obținerea următoarelor relații între uzura VB_M, funcție de momentul de torsiune, și VB_F, funcție de forța axială :

Pentru găurire :

$$VB_M=\left\{M_t\Big/\left[s^{0,7}\left(\frac{HB}{190}\right)^{0,8}\right]-0{,}174d^2\right\}\Big/0{,}4d \tag{1}$$

$$VB_F=\left\{F\Big/\left[s^{0,7}\left(\frac{HB}{190}\right)^{0,8}\right]-700d\right\}\Big/1500 \tag{2}$$

Pentru lărgire :

$$VB_M=\left[\frac{M_t}{d\cdot s_z^{0,7}\,z\cdot t^{0,8}\cdot\left(\frac{HB}{190}\right)^{0,8}}-0{,}4\right]\frac{t^{0,3}}{0{,}5} \tag{3}$$

$$VB_F=\left[\frac{F}{s_z^{0,5}\cdot z\cdot t\cdot\left(\frac{HB}{190}\right)^{0,8}}-170\right]\frac{t^{0,4}}{345} \tag{4}$$

în care s_z este avansul pe dinte și z — numărul de dinți ai lărgitorului.

Pentru alezare :

$$VB_M=\left[\frac{M_t}{d\cdot s_z^{0,7}\cdot z\cdot t^{0,8}\left(\frac{HB}{190}\right)^{0,8}}-1{,}3\right]\frac{t^{0,8}}{0{,}24} \tag{5}$$

Înlocuind în formulele (1)...(5) valoarea lui VB cu VB_{adm}, se obțin relațiile de calcul a momentului de torsiune și, respectiv, a forței axiale critice, la depășirea cărora sculă se consideră uzată și trebuie schimbată.

Pentru găurire :

$$M_{tcr} = \left(0{,}174 + \frac{0{,}4 \cdot VB_{adm}}{d}\right) d^2 \cdot s^{0{,}7} \cdot \left(\frac{HB}{190}\right)^{0{,}8} \tag{6}$$

$$F_{cr} = \left(700 + \frac{1500 \cdot VB_{adm}}{d}\right) d \cdot s^{0{,}7} \left(\frac{HB}{190}\right)^{0{,}8} \tag{7}$$

Pentru lărgire :

$$M_{tcr} = \left(0{,}4 + \frac{0{,}5 \cdot VB_{adm}}{t^{0{,}3}}\right) \cdot d \cdot s_z^{0{,}7} \cdot t^{0{,}8} \cdot z \cdot \left(\frac{HB}{190}\right)^{0{,}8} \tag{8}$$

$$F_{cr} = \left(170 + \frac{345 \cdot VB_{adm}}{t^{0{,}4}}\right) \cdot s_z^{0{,}7} \cdot t \cdot z \cdot \left(\frac{HB}{190}\right)^{0{,}8} \tag{9}$$

Pentru alezare :

$$M_{tcr} = \left(1{,}3 + \frac{0{,}21 \cdot VB_{adm}}{t^{0{,}8}}\right) \cdot d \cdot s_z^{0{,}7} \cdot t^{0{,}8} \cdot z \cdot \left(\frac{HB}{190}\right)^{0{,}8} \tag{10}$$

Aceste formule sînt introduse în memoria calculatorului fiind necesare algoritmului de diagnoză a uzurii sculelor de tip : burghiu, lărgitor, adîncitor, alezor etc.

O altă metodă indirectă de diagnoză a uzurii sculelor așchietoare constă în compararea mediei statistice a durabilității normate a sculelor folosite, cu timpii de așchiere. Diferența lor reprezintă rezerva de durabilitate, rămasă disponibilă pentru realizarea prelucrării lotului următor de piese.

Se consideră relația de dependență dintre uzură și timpul de prelucrare efectiv :

$$VB_j = n_h + m_j \cdot \tau_j \tag{11}$$

$$VB_{adm\,j} = n_h + m_j \cdot T_j, \tag{12}$$

în care T_j este durabilitatea sculei **j** care prelucrează cu viteza de așchiere v_i și $VB_{adm\,j}$ — uzura maximă admisă pe fața de așezare a sculei.

Considerînd că scula a prelucrat cu i viteze de așchiere diferite $v_{1j}, v_{2j}, \ldots, v_{ij}$, în intervalele de timp $\tau_{1j}, \tau_{2j}, \ldots, \tau_{ij}$, uzurile corespunzătoare notate cu $VB_{1j}, VB_{2j}, \ldots, VB_{ij}$ sînt :

$$\left.\begin{aligned} VB_{1j} &= n_h + m_1 \cdot \tau_{1j} \\ VB_{2j} &= n_h + m_2 \cdot \tau_{2j} \\ VB_{3j} &= n_h + m_3 \cdot \tau_{3j} \\ &\vdots \\ VB_{ij} &= n_h + m_i \cdot \tau_{ij} \end{aligned}\right\} \tag{13}$$

Prin însumarea relațiilor de mai sus se obține :

$$\sum VB_{ij} = i \cdot n_h + \sum m_i \cdot \tau_{ij} \tag{14}$$

Rezerva de durabilitate a sculei rezultă din relația :

$$VB_{adm} - \sum VB_{ij} = n_h + m_k \cdot \tau_{kj} \tag{15}$$

Timpul efectiv de prelucrare al sculei **j** în regimul k va fi :

$$\tau_{kj} = (VB_{adm} - \sum VB_{ij} - n_h)/m_k \tag{16}$$

sau

$$\tau_{kj} = [VB_{adm} - (i+1) \cdot n_h - \sum m_i \tau_{ij}]/m_k \tag{17}$$

Ținînd seama de relațiile deduse din ecuația (12)

$$m_1 T_{1j} = m_2 T_{2j} = \ldots = m_i T_{ij} = VB_{adm} - n_h \tag{18}$$

rezultă :

$$\left.\begin{aligned} m_2 &= m_1 T_{1j}/T_{2j} \\ m_3 &= m_1 T_{1j}/T_{3j} \\ &\vdots \\ m_i &= m_1 T_{1j}/T_{ij} \end{aligned}\right\} \tag{19}$$

În acest caz relația (17) devine :

$$\tau_{kj} = [VB_{adm} - (i+1)n_h - T_{1j} m_1 \sum \tau_{ij}/T_{ij}] \cdot T_{kj}/m_1 \cdot T_{1j} \tag{20}$$

sau în final :

$$\tau_{kj} = T_{kj}\left[\frac{VB_{adm} - (i+1)n_h}{T_{1j} m_1} - \sum \frac{\tau_{ij}}{T_{ij}}\right] = T_{kj}\left[\frac{VB_{adm} - (i+1)n_h}{VB_{adm} - n_h} - \sum \frac{\tau_{ij}}{T_{ij}}\right] \tag{21}$$

Rezultă că rezerva de durabilitate τ_{kj} a sculei **j** se poate calcula cu formula (21), cînd se cunosc valorile T_{kj}, VB_{adm}, n_h, T_{ij} și τ_{ij}.

Pentru a putea fi utilizată formula (21), în memoria calculatorului trebuie introduse valorile lui n_h și formulele de calcul al durabilității sculelor cu care se prelucrează. De exemplu, în cazul frezării oțelului OLC 45 (217 HB) cu o freză frontală cu plăcuțe schim-

babile din aliaj dur SNAN 1504 EN/P20, pentru $VB_{\alpha\,adm} = 0{,}4$ mm s-au obținut în urma cercetărilor experimentale : $n_h = 0{,}1$ mm și $T_j = 8{,}95 \cdot 10^9 \cdot v^{-3{,}242} \cdot s_z^{0{,}437} \cdot t^{-0{,}29} \cdot t_1^{-0{,}661}$ [min] în care t este adîncimea de așchiere, iar t_1 — lățimea de frezare.

În cazul frezării oțelului OLC 35 (190 HB) cu o freză frontală cu dinți demontabili, armați cu plăcuțe schimbabile din aliaj dur P 25, pentru $VB_{\alpha\,adm} = 0{,}3$ mm s-au obținut : $n_h = 0{,}065$ mm și $T_j = 5{,}83 \cdot 10^{10} \cdot v^{-4{,}00} \cdot s_z^{-2{,}08}$.

Pentru calculul timpilor efectivi de așchiere τ_{ij} ai fiecărei scule, programul de comandă a mașinii-unelte cu comandă numerică este citit și de calculator. În urma analizei programului, calculatorul determină tipul și numărul total j de scule folosite la prelucrarea piesei respective și de asemenea, de cîte ori [1] aceeași sculă intervine într-un ciclu de prelucrare. În același timp calculatorul determină regimurile de așchiere pentru fiecare sculă : turația arborelui principal n_{ij} și viteza de avans w_{ij} (n_{1j}, w_{1j} ; n_{2j}, w_{2j} ; . . . ; n_{ij}, w_{ij}). Deoarece în program sînt înscrise coordonatele punctelor din care începe (x_i, y_i, z_i) și în care se termină (x_t, y_t, z_t) deplasarea sculei cu viteza de avans w_i, calculatorul stabilește lungimea de așchiere L_j, pentru fiecare din sculele care contribuie la realizarea prelucrării (L_{1j}, L_{2j}, . . . , L_{ij}). Ca rezultat, în memoria calculatorului se stochează un masiv de date, pe baza cărora se vor calcula în continuare timpii de așchiere ai fiecărei scule $\tau_{ij} = L_{ij}/w_{ij}$. Rezultatele obținute se însumează pentru fiecare sculă, obținîndu-se timpul de așchiere al fiecărei scule pentru un ciclu de prelucrare τ_{1c}, τ_{2c}, . . . , τ_{jc}

În urma numărării, de exemplu, a celor m piese identice prelucrate, se va determina timpul real de așchiere al fiecărei scule $m \cdot \tau_{jc}$ pentru condițiile date de prelucrare. Acest timp se compară cu durabilitatea normată T_j. Valorile normate ale durabilității sculelor sînt introduse în memoria calculatorului sub formă de masiv de date, sau se determină în baza relațiilor de dependență cunoscute $T = f(n, w)$.

Comparînd valorile T_j și τ_{jc} se pot stabili următoarele :

— dacă după prelucrarea unei piese sau a m piese identice valoarea $m \cdot \tau_{jc}$ devine egală cu T_j, atunci se ia decizia de schimbare automată a sculei respective ;

— dacă la terminarea prelucrării unui lot de m piese identice $m\tau_{jc} < T_j$, atunci se calculează rezerva de durabilitate a sculei j cu relația (21) sau cu relația $R(T_j) = T_j - m \cdot \tau_{jc}$ se determină numărul de piese identice m care pot fi prelucrate de fiecare sculă în perioada de durabilitate $m = T_j/\tau_{jc}$.

Din categoria metodelor indirecte de control al uzurii sculelor așchietoare, fac parte și măsurarea turației, a avansului sau a vitezei de avans, specificate în figura 4 ca măsurări ale altor parametri la sculă sau la piesă. Aceste metode se bazează pe faptul că, prin creșterea uzurii, capacitatea așchietoare a unei scule scade, ceea ce conduce la creșterea momentului rezistent. În consecință, turația motorului electric de antrenare a lanțului cinematic principal sau de avans scade odată cu creșterea momentului rezistent și, prin urmare, scade turația arborelui principal sau viteza elementului de execuție din lanțul cinematic de avans. În cazul operației de frezare, de exemplu, creșterea uzurii sculei conduce la micșorarea turației frezei, sau a arborelui principal în care aceasta este fixată. Prin urmare, măsurînd continuu turația sculei sau a arborelui principal, se poate controla în mod direct uzura sculei.

În figura 8 este prezentat algoritmul de control al turației n a frezei, folosit în scopul prevenirii ieșirii accidentale din funcțiune sau

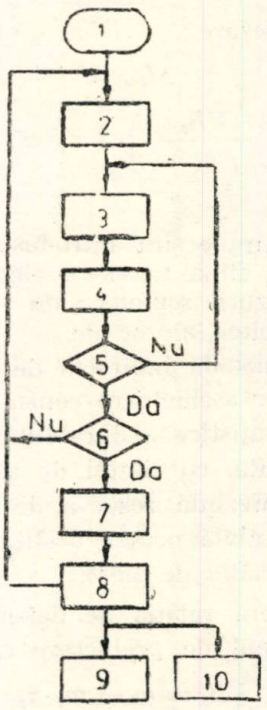


Fig. 8

datorită uzurii acesteia. Fiecare turație completă a frezei este înregistrată, prin intermediul unui semnal emis în acest caz de un traductor de proximitate. Pe desen s-a notat cu:

1 — începerea ciclului de frezare; 2 — aducerea în poziție de nul a numărătorului de impulsuri și a releului de timp; 3 — cronometrarea timpului de control t_c; 4 — înregistrarea numărului de impulsuri al traductorului ; 5 — se verifică dacă valoarea lui t_c este 0,5 s ; 6 — se verifică dacă numărul de im-

pulsuri furnizat de traductor este mai mic decît cel impus; 7 — se comandă anularea avansului sculei; 8 — formarea și transmiterea informațiilor de diagnoză; 9 — indicator pe panoul de diagnoză; 10 — lampă de semnalizare pentru depistarea defecțiunilor.

Concluzii

1) Pentru diagnoza uzurii sculelor așchietoare folosite în S.F.F. se folosesc frecvent metodele indirecte.

2) Metodele indirecte de diagnoză a uzurii sculelor așchietoare sînt determinate de tipul sculei, de existența unor relații veridice de dependență dintre uzură și parametrul controlat în timpul așchierii, de ușurința cu care parametrul ce influențează uzura poate fi măsurat și înregistrat, de precizia de diagnoză impusă etc.

3) În cazul în care se poate alege din două sau mai multe metode indirecte de diagnoză a uzurii sculelor așchietoare, va fi preferată cea care are eroarea de diagnoză minimă și cea mai bună fiabilitate a sistemului.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Dorin, Al., Enciu, G.:* Probleme privind diagnoza sculelor în sistemele tehnologice flexibile. In: Al II-lea Simpozion de utilaje pentru construcții; 31 oct.—2 nov. 1985, București.

[2] *Kretinin, O., Elenin, A., Kvartalov, A.:* Vîbor parametrov dlia oțenki iznosa instrumenta v protesse obrabotki. In: Stanki i instrument, nr. 2, 1981.

[3] *Sinopalinikov, V., Tereșin, M., Timiriazev, V.:* Diagnostirovanie iznosa instrumentov. In: Stanki i instrument, nr. 1, 1986.

[4] *Tănase, I.:* Cercetări privind stabilirea capacității de așchiere a frezelor frontale cu dinți demontabili. Rezumatul tezei de doctorat. Institutul Politehnic, București, 1984.

[5] *Moisan, A., Lapujoulade, F., Selim, I., Chabrely, G.:* Determination expérimentale de l'usure d'outils en carbures métalliques en fraisage de face. In: Annals of the CIRP, vol. 27/1, 1978.

[6] *Enache, Șt., Dorin, Al., Străjescu, E.:* Contribution concernant l'établissement des conditions de coupe. In: Annals of the CIRP, vol. 25/1, 1976.

CZ : 621.757 : 621.822

Familii de mașini automate pentru montajul, prin împerechere, al rulmenților cu bile

Ing. Viorel **DOBRE**, subing. Marian **CÎMPAN** — I.C.T.C.M. București

Optimizarea costurilor de fabricație este un factor principal în asigurarea rentabilității întreprinderilor. În acest cadru, montajul joacă un rol deosebit. Relația de creștere exponențială a costului de fabricație cu creșterea preciziei este, în general, bine cunoscută. De aceea, stabilirea corectă a toleranțelor și alegerea unei metode adecvate de rezolvare a lanțurilor de dimensiuni, care să genereze ajustaje în clasa de precizie prevăzută de proiectantul produsului, constituie o modalitate de a micșora costurile de fabricație.

S-a constatat că, la unele produse de înaltă performanță (rulmenți, pulverizatorul pompei de injecție etc.), ca și la produsele formate din mai multe componente (cutia de viteze, diferențiale, articulații cardanice), este mai rentabil să se renunțe la principiul interschimbabilității și să se adopte o tehnologie de montaj selectiv. Acest fapt este deosebit de important, deoarece atrage după sine modificări esențiale asupra întreținerii produsului și a fabricației pieselor de schimb. Din această cauză, subansamblele obținute prin montaj selectiv trebuie precizate în procedura de reparare și întreținere și cunoscute la toate nivelele răspunzătoare de activitatea de planificare a fabricației și service.

Principalele metode de realizare a montajului selectiv sînt :

a) finisarea odată cu contrapiesa ;

b) finisarea în raport cu contrapiesa ;

c) împerecherea prin sortarea totală ;

d) montajul cu piesă de închidere variabilă, presortată.

Asamblarea cu piesă de închidere de mărime variabilă, presortată, constituie forma cea mai evoluată de montaj selectiv. Principiul metodei constă în stabilirea, într-un lanț de dimensiuni a unei piese de închidere, ale cărei dimensiuni se aleg astfel, încît să compenseze abaterile efective ale celorlalte piese pentru a obține rezultatul dorit. După măsurarea tuturor cotelor, datele se introduc într-un dispozitiv de calcul care determină dimensiunea piesei de închidere, astfel ca să fie îndeplinite simultan toate condițiile de montaj. Complexitatea calculului este determinată de numărul de dimensiuni semnificative și de geometria asamblării.

Din motive tehnologice, trebuie avut grijă ca piesa de închidere să aibă o singură dimensiune semnificativă și să aibă o geometrie simplă.

Un exemplu de rezolvare a asamblării pe această cale îl constituie montajul selectiv al

rulmenților prin metoda bilă variabilă, corpul de rulare (bila) constituind elementul de închidere a lanțului de dimensiuni (fig. 1).

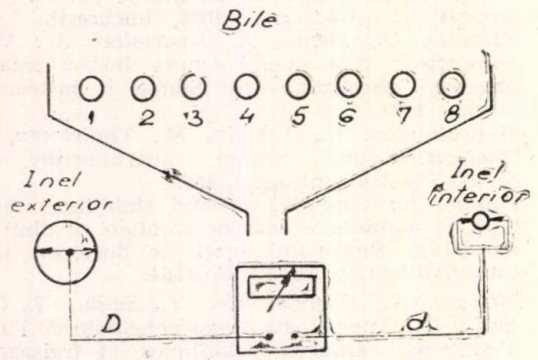


Fig. 1 Schema-bloc a instalației de măsurare

Prin măsurarea simultană a diametrelor căilor de rulare a inelelor interior și exterior, funcție de jocul radial prescris, se determină, în urma unei relații matematice cunoscute diametrul bilelor care satisfac condiția de montaj.

$$J = D_e - (D_i + 2\varnothing), \text{ unde :}$$

J — jocul radial prescris;
D_e — diametrul căii de rulare a inelului exterior;
D_i — diametrul căii de rulare a inelului interior;
$\varnothing$ — diametrul bilei.

Avînd în vedere faptul că diametrele căilor de rulare sînt executate în niște toleranțe prescrise și că jocul radial prescris are o valoare minimă și maximă, se poate scrie :

$$\varnothing_{max} = \frac{1}{2}(D_e - D_i)_{max} - \frac{1}{2} J_{min}$$

$$\varnothing_{min} = \frac{1}{2}(D_e - D_i)_{min} - \frac{1}{2} J_{max}$$

Aceste relații sînt ecuațiile a două drepte paralele în planul ($\varnothing$; $D_e - D_i$), soluțiile de montaj fiind limitate de acestea.

În urma execuției efective a inelelor interioare și exterioare, apar abateri de formă (ovalitate, poligonalitate), abateri a căror valoare este prescrisă în desenele de execuție. Pentru a elimina influența lor din soluțiile cuprinse între $\varnothing_{max}$ și $\varnothing_{min}$, se elimină soluțiile ce ar putea fi afectate de aceste abateri, domeniul restrîngîndu-se la un domeniu mai mic, așa cum se vede în figura 2.

Soluționarea practică, prezentată în figura 3, cuprinde dispozitivele de control în care se măsoară cîte o piesă **1** și **2**, venite la întîmplare, și dispozitivul de măsurare, care transmite informațiile privind dimensiunile efective ale pieselor la un bloc electronic de măsură și calcul specializat, programat astfel, încît, în funcție de jocul prescris, să indice dimensiunile bilei, care este piesa de închidere.

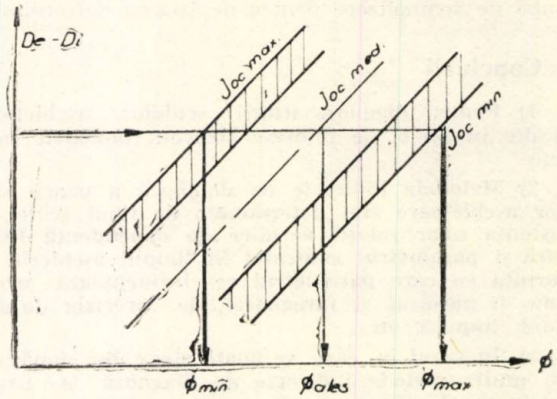


Fig. 2 Diagrama de împerechere.

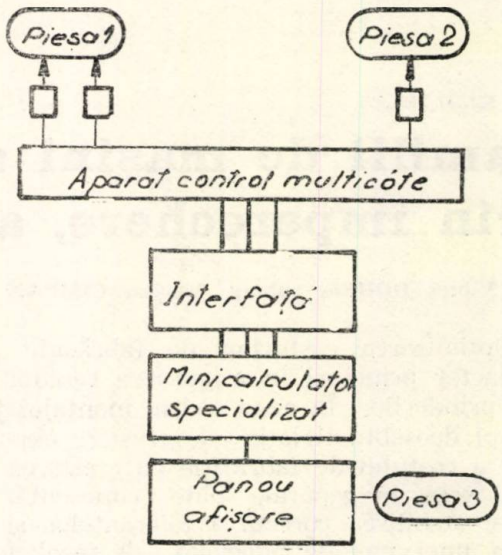


Fig. 3 Schema-bloc a mașinii de montaj.

S-a adoptat o clasificare a bilelor în 21 clase de 1 μm, ceea ce acoperă întregul cîmp de toleranță a jocului radial.

Pentru cazul cînd nu se găsește o soluție de montaj, inelele exterioare și interioare se evacuează și se sortează separat, în 4 clase. Aceasta conduce la o regrupare a inelelor și la sporirea șanselor de împerechere la reintroducerea acestora.

Aparatura de măsurare are ca mărimi de intrare — semnalele de la doi traductori inductori de deplasare, cu care sînt echipate dispozitivele de măsurare a inelelor, iar ca ieșiri — semnale optice și electrice, care vor determina alegerea sortului de bile corespunzător condiției de montaj.

Din mașina de controlat și sortat, cele două inele sînt transferate în mașina de asamblare, unde se realizează introducerea bilelor.

În ultimii ani, s-au realizat mai multe mărimi de astfel de mașini, grupate în familii, în funcție de mărimea dimensională a rulmenților radiali cu bile montați :

— cu alezajul mai mic de 10 mm ;
— cu alezajul cuprins între 12 ... 30 mm;
— cu alezajul cuprins între 30 ... 50 mm.

Aceste mașini se utilizează, de regulă, pentru montarea unui singur tip de rulment.

Adaptarea fiecărei mașini, la schimbarea tipului de rulment controlat și montat, se realizează prin utilizarea unor dispozitive specifice, care reprezintă doar 5 ... 8% din mașina de bază.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Crișan, I., Dobre, N.:* Automatizarea montajului în construcția de mașini. Editura tehnică, București, 1979.

[2] *Rabinovici, A. N.:* Controlul automat al oțelurilor dure (l. rusă). U.R.S.S., Kiev, 1957.

[3] *Berclaid, I. M. ș. a.:* Automate de control (l. rusă). U.R.S.S. Maşghiz, Moscova, 1961.

CZ : 620.179.15 : 620.179.16

Contribuții teoretice și practice privind examinarea nedistructivă a îmbinărilor sudate în colț de la circuitele de distribuție

Fiz. Petru **CIORĂU**, mat. Constantin **BOTA** – I.S.I.M., Timișoara
Ing. fiz. Mircea **COSTACHE**, tehn. Marian **BOCĂNEALĂ** – Întreprinderea „Vulcan", București

Punerea problemei

Asimilarea în fabricație a „T"-urilor sudate, care funcționează la temperaturi și presiuni ridicate, a impus ca atestarea calității sudate să se facă pe baza unui minuțios program de examinări nedistructive [1, 2], (tab. 1, tab. 2).

În aplicarea metodelor cu radiații penetrante (Rx) și cu ultrasunete (US), s-au ivit probleme tehnice deosebite : geometria variabilă a îmbinării sudate, influența curburii ștuțului și a colectorului, precum și natura oțelului.

Lucrarea prezintă soluțiile teoretice și practice adoptate pentru examinările Rx și US, precum și considerații legate de problema aprecierii mărimii defectelor, completînd gama de

Alegerea metodelor de examinare funcție de natura și grosimea oțelului [1]

Tabelul 1

Grupa de materiale	Marca de oțel (STAS) în conf. cu C1–79, C4–78, C15–77	Grosimea ștuțului (mm)	Metoda și tehnica END (disc. interne) (vezi NTI-Rx (US)-) – 82 — Rev. 1	Volumul min. de END [%]	Metoda și volumul min. de END disc. supr. [%]	Observații
1	Oțeluri calmate : OL 32, OL 34, OL 37-1, OL 37-2, OLT 32, OLT 35, OLT 45; Oțeluri cu gran. fină și Rp, 0,2 < 370 N/mm² (STAS 500/2-78 și STAS 8183-80)	$6 \leqslant S \leqslant 40$	US (A) sau Rx (A)	10	LP sau PM 10	Utilizarea lichidelor penetrante (LP) se face condiționat de următoarele : să fie omologate și să pună în evidență fisuri de 2 m lățime pe etalonul de verificare ISIM (P2—ISCIR); modul de lucru și condițiile de interpretare sînt în conf. cu STAS 10124-84 și PT — ISCIR CR 6-82
		$41 \leqslant S \leqslant 60$	US (B) sau Rx (B)	10	LP sau PM 10	
2	Oțeluri calmate : OL 42.2, OL 52.2, K 41, K 47, OLC 20, OLC 25, OLT 35 K, OLT 45 K. 16 Mo3; Oțel cu Mn 1,2 Oțel gran. fină ≥ 370 N/mm² ≤ 430 N/mm², except. oțel pt. temp. scăzute. STAS 500-2 78; 2883/3-76; 880/6-80; 9021-80; 9858-80; 8184-80	$6 \leqslant S \leqslant 40$	US (B) sau Rx (B)	10	LP sau PM 10	
		$41 \leqslant S \leqslant 60$	US (C) și US (B) după TT, dacă accesul nu permite	25	LP sau PM 25	

Ordinea de efectuare a examinărilor nedistructive

Tabelul 2

Ordinea de efectuare a examinărilor NDE în cazul grupelor de materiale 4 și 5 este următoarea :

— pentru grosimi de ștuț pînă în 40 mm :

a) vizual

b) stiloscopie

c) P.M. sau L.P.

d) Rx (B)

e) și/sau US (B) funcție de grosimea ștuțului T.T.

f) P.M. sau L.P.

g) US (B) sau Rx (B) (se recomandă ca pozițiile Rx (B) cu discontinuități admise să fie investigate US (B) pentru stabilirea mărimilor și poziției discontinuităților și compararea lor înainte și după T.T.)

— pentru grosimi ale ștuțului cuprinse între 41 și 60 mm.

a) vizual

b) stiloscopie

c) P.M. sau L.P.

d) US (C)
T.T.

e) P.M. sau L.P.

f) US (C) sau US (B) dacă accesul nu permite datorită montării capacelor pentru proba hidraulică.

posibilități de examinări nedistructive stipulate în prescripțiile tehnice I.S.C.I.R.

Examinarea cu radiații penetrante

Ținînd seama de diametrul interior al ștuțurilor și al colectorului și de dimensiunea sursei de radiații, singura schemă care să conducă la o tehnică B de iradiere este cea reprezentată în figurile 1, 2 și 3.

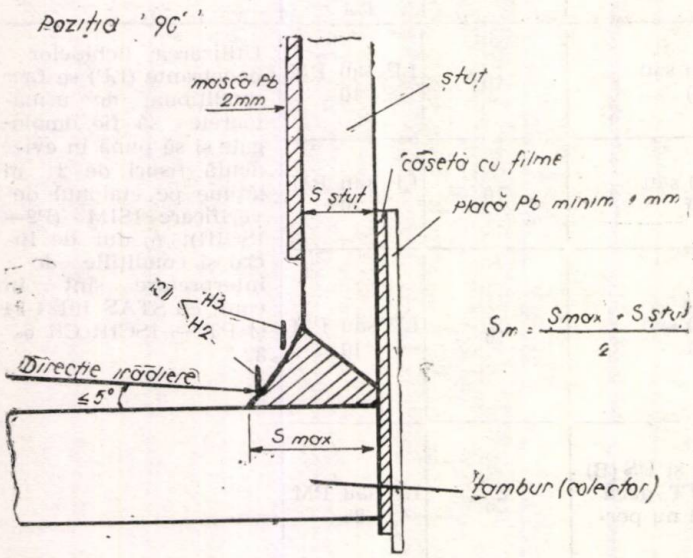


Fig. 1 Tehnica de expunere pentru poziția 90°.

Grosimea penetrată variază cu unghiul de divergență θ al fasciculului de radiații și cu geometria îmbinării [2, 6].

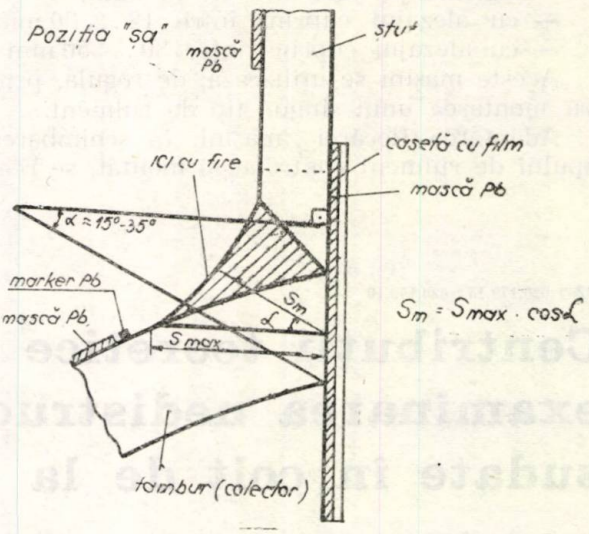


Fig. 2 Tehnica de expunere pentru poziția „sa".

Pentru o geometrie de expunere dată, la o expunere constantă în timp, distanța sursă-piesă și grosimea penetrată (fig. 3) variază conform formulelor :

$$F^* = \frac{F + R - \sqrt{R^2 - 2F(R+F)\operatorname{tg}^2\theta}}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\theta}} \quad (1)$$

$$S^* = \frac{\sqrt{R^2 - 2F(F+R)\operatorname{tg}^2\theta} - \sqrt{(R-s)^2 - [F^2 + 2R(F+R) - s^2]\operatorname{tg}^2\theta}}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\theta}} \quad (2)$$

în care :

F — distanța normală sursă-film ;

R — raza ștuțului ;

θ — unghiul ce măsoară divergența unghiului a fasciculului de radiații ;

s — grosimea ștuțului.

Pentru o divergență unghiulară dată s-a putut deduce lungimea maximă de film care să asigure penetrarea grosimii s^* :

$$L = \frac{2\pi(R-s)}{180^\circ} \arcsin \cdot \left\{ \frac{F + R - \sqrt{(R-s)^2 - [F^2 + 2R(F+R) - s^2\operatorname{tg}^2\theta]}}{(R-s)\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\theta}} \cdot \sin\theta \right\} \quad (3)$$

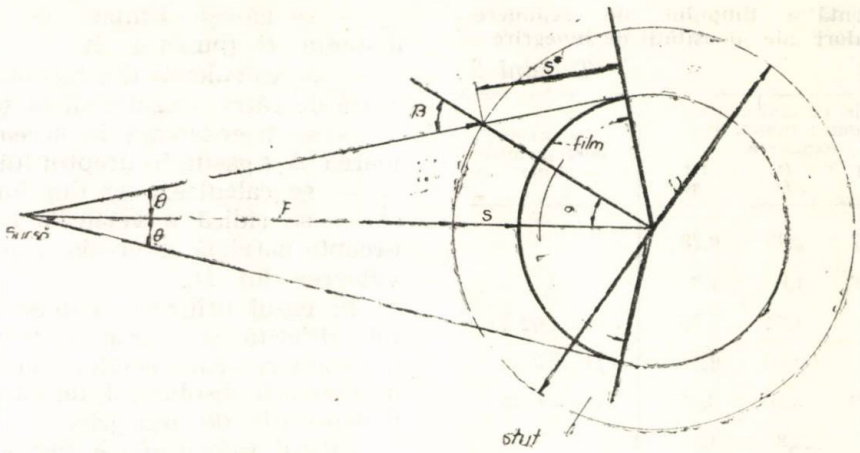


Fig. 3 Calculul grosimii maxim penetrate și a lungimii filmului.

Dubla variație de grosime produce o variație a densității de înnegrire pe film :

$$\Delta D = g_1 \lg\left(\frac{\Delta t}{\frac{F^2}{E_0}}\cdot e^{-\mu s}\right) - g_2 \lg\left(\frac{\Delta t}{\frac{F^{*2}}{E_0}}\cdot e^{-\mu s^*}\right) \qquad (4)$$

în care :

g_1, g_2 — gradienții filmului corespunzător densității optice de înnegrire D_1 respectiv D_2;

Δ — activitatea sursei, în [Ci];

t — timpul de expunere, în [s];

μ — coeficientul liniar de atenuare, în [cm^{-1}];

s, s^* — grosimile penetrate ;

F, F^* — distanțele sursă-piesă în cazul normal și în cazul divergenței θ ;

E_0 — expunerea-standard pentru obținerea lui D_1 și D_2.

Din curbele sensitometrice a filmelor utilizate [7] s-a dedus modul de variație al timpului de expunere cu densitatea de înnegrire (tab. 3).

Pe baza acestor date s-a trasat nomograma pentru expunere constantă care se utilizează astfel (fig. 4).

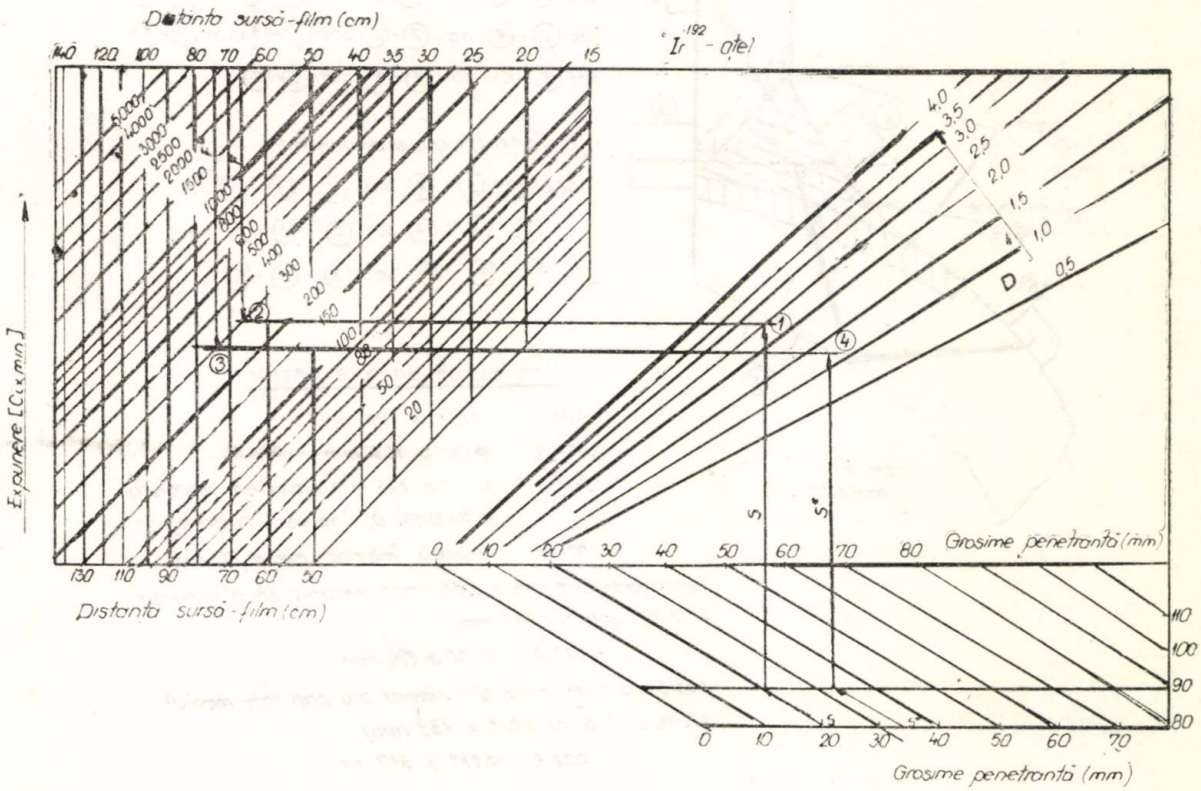


Fig. 4 Nomogramă de expunere pentru 192 Ir a îmbinării sudate de tip ștuț-colector („T").

Factorii de echivalentă a timpului de expunere pentru diferite valori ale densității de înnegrire

Tabelul 3

Densitatea optică de înnegrire (D)	Factori de multiplicare pentru timpul de expunere			Factori de corecție între filme
	$D4$ $f1$	$D5$ $f2$	$D7$ $f3$	
0,5	0,47	0,43	0,28	
1,0	1,0	1,0	1,0	
1,5	1,6	1,74	1,78	$f1=1,62$ f2
2,0	2,3	2,46	2,57	$f1=2,6$ f3
2,5	2,88	3,16	3,35	$f2=1,6$ f3
3,0	3,45	3,8	4,0	
3,5	4,0	4,27	4,57	

— se alege densitatea de înnegrire dorită pentru grosimea nominală a ștuțului (punctul 1) ;

— se găsește timpul de expunere pentru distanța E (punctul 2);

— se calculează din formula (1) sau se măsoară de către operator distanța F^* (punctul 3);

— se translatează la **aceeași expunere** valoarea $\Delta \cdot t$ găsită în dreptul lui F^* ;

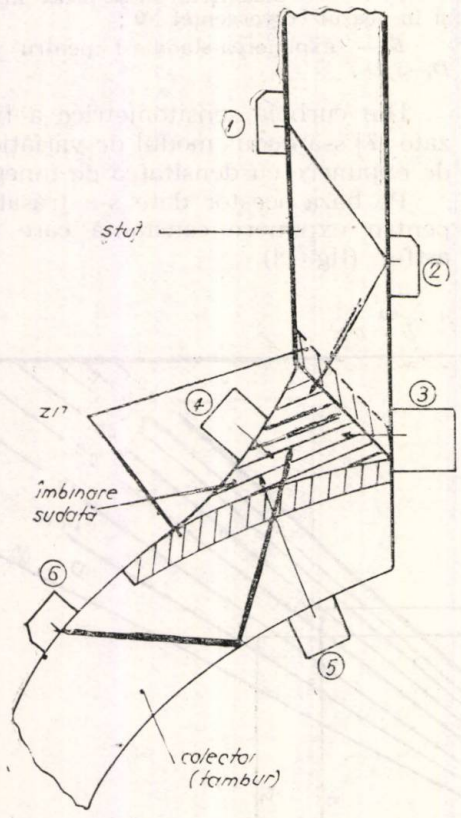
— se calculează s^* din formula (2);

— se ridică o verticală care intersectează dreapta paralelă cu grosimea în punctul 4, dînd valoarea lui D_2.

În cazul utilizării a două filme cu rapiditate diferită, se introduce factorul de corecție a expunerii, care conduce la valoarea diferită a expunerii absolute, și, implicit, la altă valoare a densității de înnegrire.

Filmul radiografic a fost așezat în interiorul ștuțului, pe lungime, în lungul generatoarei, din următoarele motive : lățimea îmbinării, investigarea ZIT-ului și așezarea casetei de identificare a reperului etc.

În cazul utilizării indicatorilor de calitate a imaginii radiografice (ICI) cu găuri, s-au



DISCONTINUITĂȚI LONGITUDINALE

a. Tehnica de examinare A

poz (1) sau (2) sau (3) sau (4) sau (5) sau (6)

b Tehnica de examinare B

poz (1)+(3) sau (1)+(4) sau (1)+(5) sau (1)+(6)
sau (2)+(4) sau (2)+(5) sau (3)+(5) sau (3)+(4)
sau (3)+(6) sau (4)+(6) sau (5)+(6)

c Tehnica de examinare C

poz (1)+(3)+(4) sau (1)+(3)+(5) sau
(2)+(3) și (4) sau (2)+(3)+(5) sau
(3)+(4)+(6) sau (3)+(5)+(6)

Limitele de aplicare pentru

- poz 1 ϕ ext $\geq$ 196 mm.
- poz 2 ϕ int $\geq$ 196 mm
- poz 3 ϕ int $\geq$ 196 mm, prelucrare mecanică interioară a îmbinării sudate
- poz 4 lățimea îmbinării minim 30 mm. suprafața exterioară prelucrată mecanic pt eliminarea solzilor, ϕ ext > 219 mm
- poz 5 ϕ int $\geq$ 196 mm
- posibilitate de acces din interior sau prin intermediul ștuțului (ϕ int ștuț $\geq$ 133 mm)
- poz 6 ϕ ext $\geq$ 317 mm

Fig. 5 Tehnici de examinare US a îmbinărilor sudate în colț.

așezat lateral pe îmbinarea sudată 2 ICI la capetele filmului cu ICI tip treaptă/gaură mici, așezat spre ștuț.

Rezultatele practice ale examinării Rx au arătat că în cazul utilizării tehnicii **B,** cu limitarea unghiului θ la 5°, gradul de distorsiune a mărimii defectelor nu depășește 20%.

La capetele filmului, defectele de tip incluziuni nemetalice și lipsă de topire între straturi sînt subestimate ca mărime din cauza efectului de curbură a îmbinării sudate. Pentru a evita acest aspect, s-a limitat lungimea filmului la 100 mm, pentru diametre de ștuț mai mici de 400 mm.

Examinarea cu ultrasunete

Pentru examinarea cu US au fost definite tehnicile de examinare și limitele de aplicare a lor (fig. 5).

Prin faptul că îmbinările sudate au fost prelucrate mecanic, pentru anumite curburi ale îmbinării se puteau așeza traductorii direct pe îmbinare.

Aplicarea normativului R.F.G. AD—HP 5/3 a necesitat completări și modificări [9—10] privind limitarea lungimii înregistrabile, precizarea limitelor de aplicare a metodei AVG pe suprafețe curbe, efectuarea calculului adîncimii defectelor pe suprafețe curbe, precizarea modului de evaluare a discontinuităților, la examinarea cu traductor emisie-recepție de unde longitudinale, evaluarea discontinuităților ca mărime de defect echivalent, funcție de frecvența traductorului și de parcursul ultrasonic.

În figura 6 se prezintă modul de calcul al adîncimii defectului, funcție de grosimea ștuțului, de diametrul exterior, de unghiul de refracție și de distanța proiectată redusă.

În figura 7 se prezintă zonele de îmbinare sudată și ZIT, care, la examinarea cu traductor de tip MSEB 4H, necesită o evaluare a discontinuităților cu 12 dB sub nivelul de referință.

În figura 8 sînt reprezentate nivelele de acceptare a indicațiilor, în comparație cu diametrul AVG echivalent. Se poate remarca influența parcursului ultrasonic și a frecvenței de lucru.

Pentru examinările „pe direct" din interiorul ștuțului sau din ZIT, atunci cînd parcursurile ultrasonice nu depășesc 75 mm, trebuie ținut cont că fasciculul US suferă o divergență mai accentuată și că trebuie luate în considerare și analizate chiar și indicațiile de ⌀0,5 mm AVG.

Lungimea înregistrabilă a discontinuităților se apreciază cu erorile cele mai mici, utilizînd traductoare de 4 MHz.

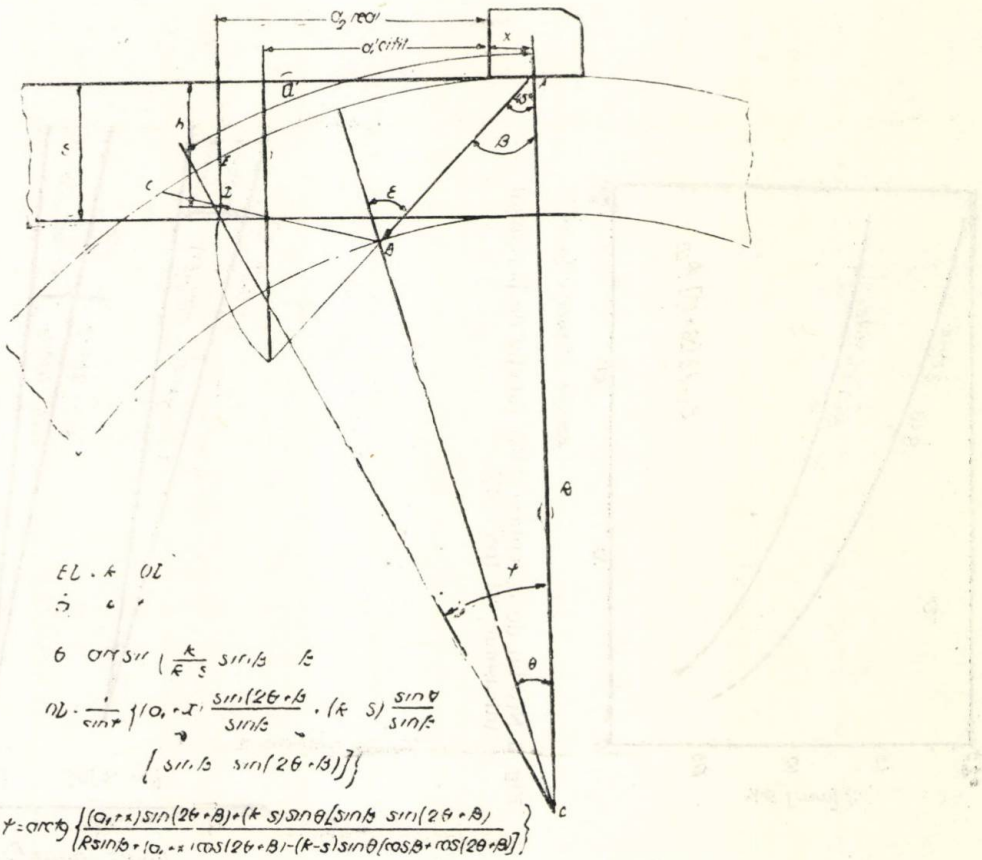


Fig. 6 Calculul adîncimii defectului și distanței proiectate pe suprafețe curbe.

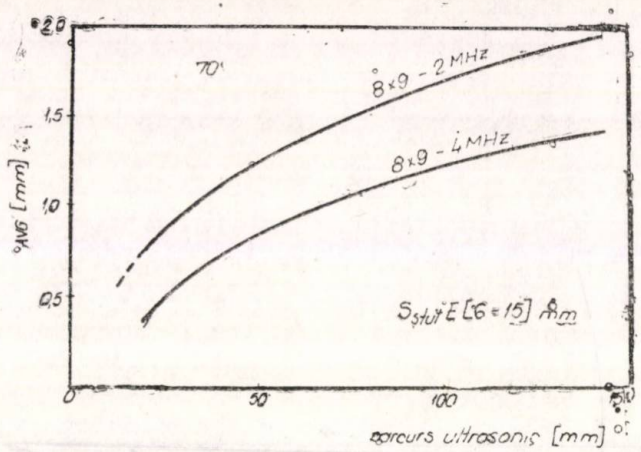


Fig. 8 Nivelul de acceptare AVG funcţie de parcursul ultrasonic şi frecvenţă.

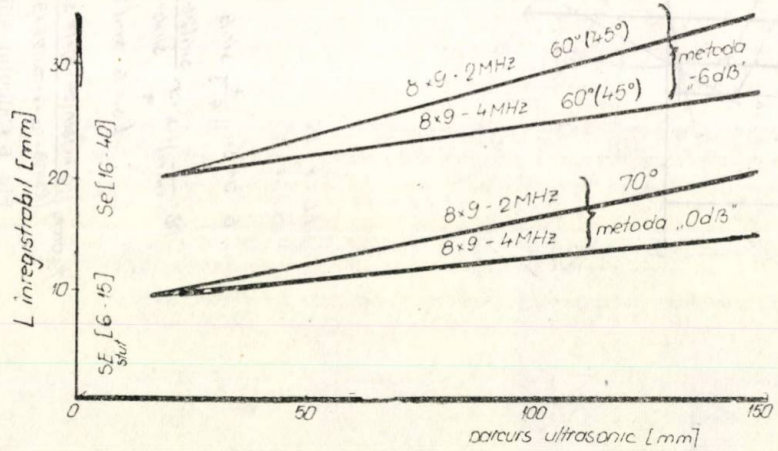
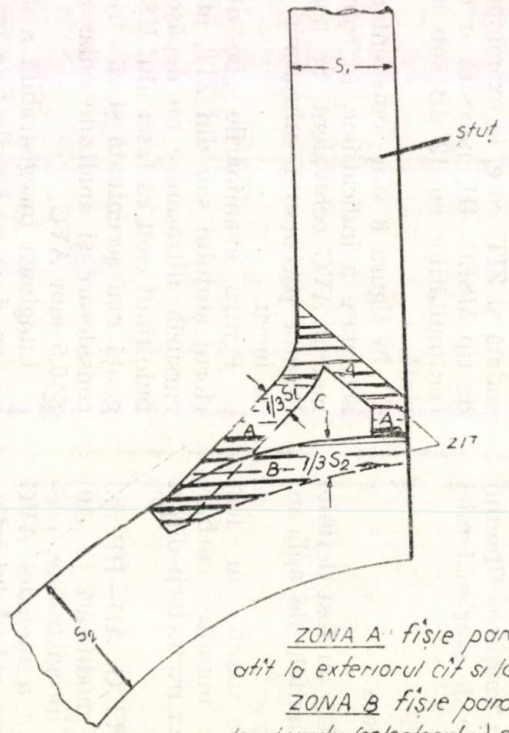


Fig. 9 Dependenţa lungimii înregistrabile de frecvenţă, parcursul ultrasonic şi unghiul de refracţie.



ZONA A fişie paralelă de lăţime $\frac{1}{3} S_1$, atît la exteriorul cît şi la interiorul stutului

ZONA B fişie paralelă în porţiunea tamburului (colectorului) şi egală cu $\frac{1}{3} S_2$

ZONA C fişie delimitată de ZIT-ul din stuţ şi limitele zonelor A şi B.

Fig. 7 Delimitarea zonelor din îmbinarea sudată care necesită investigaţii cu amplificări mărite cu 12 dB.

Figura 9 reprezintă modul de apreciere a lungimii înregistrabile, funcție de frecvența, parcursul ultrasonic și de unghiul de refracție. Pentru traductoare de 2 MHz și parcursuri ultrasonice mai mari de 100 mm (adîncimi de defect situate la 15 mm și detectate cu reflexie intermediară multiplă), erorile depășesc 25%.

Este recomandat ca aprecierea lungimii înregistrabile să fie făcută cu traductor de 4 MHz, la un unghi de refracție care asigură un maxim în amplitudinea ecoului.

Concluzii

Aplicarea metodelor de examinare Rx și US la îmbinări sudate de tip „T" și ramificații trebuie făcută, ținînd cont de influența curburilor și de dimensiunile ștuțului și colectorului.

Prin respectarea condițiilor specifice acestor tehnici de examinare nedistructivă, s-a putut atesta calitatea îmbinării sudate, completînd un domeniu tot mai actual, cel al examinărilor nedistructive a ramificațiilor și „T"-urilor.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x: AD — Merkblatt HP 5/3—1983: Zerstörungfreie Prüfung der Schweissnähte.

[2] x x x: Examinarea nedistructivă a îmbinărilor sudate în colț de tipul ștuț-tambur, T-uri și ramificații. Protocol ISIM 859/1982 — NTI—CND—82—Rev. 1

[3] *Udralov, J.I.*: Diagrame și calcule pentru determinarea parametrilor de control Rx a îmbinărilor sudate la țevi (l. rusă). In: Defektoscopija, nr. 4/1971, 121—127.

[4] *Van der Ven, E. K.*: Determination of the Minimum Number of Exposures in Radiographic Examination of Circumferential Welds. In: Materialprüfung, vol. 26 (1984), nr. 7, 220—221.

[5] x x x: Emplefehlung zur Aufnahmeanzahl für Durch Strahlungprüfung von Rundschweissnähten. In: DGZFP — D4 — mai 1984.

[6] x x x: JIS Z 3050 (1978): Method of Nondestructive Inspection for Weld of Pipeline.

[7] *Volkov, A.S. ș. a.*: Radiografierea îmbinărilor sudate în colț de la conducte (l. rusă). In: Defektoskopija, nr. 5/1983, p. 48—53.

[8] x x x: JIS 3061 (1983): Method of Ultrasonic Manual Testing for Ferritic Steel Welds on Curved Materials.

[9] *Liuke, D.*: Weiterentwicklungen in der Ultraschall-Schweissnahtprüfung. In: Schweisstechnik, Berlin, vol. 34 (1984,) no. 3, 137—139.

[10] *Ciorău, P., Mindrilă, St., Grigoraș, G.*: Size Evaluation of Discontinuities in Welded Joints by Ultrasonic and Radiation methods. The 3-rd European NDT Conference Firenze, 15—18 oct. 1984, vol. 1, 470—482.

CZ : 338.052.214 : 621—52 : 621.791.7

Sistem de control și înregistrare a parametrilor de sudare cu arcul electric

Ing. Ileana **TROFIN**, ing. Petru Pavel **KISS** — I.S.I.M., Timișoara
Ing. Doru **IONIȚĂ** — I.C.S.I.T.A., București

1. Sistemul de control și înregistrare a parametrilor de sudare cu arcul electric este unul dintre produsele cu un rol important în acțiunea de mărire a gradului de manifestare și automatizare a lucrărilor de sudură de înaltă calitate. Dintre aplicațiile caracteristice ale acestui sistem menționăm industria de utilaj chimic, industria aeronautică, programul CNE, etc.

2. Sistemul de control și înregistrare a parametrilor de sudare este un ansamblu constituit din două dulapuri speciale de 19" (fabricație „Automatica", București) echipate conform figurii 1 (configurația maximală). Varianta de echipare a celor două dulapuri se stabilește pe bază de înțelegere între beneficiar și producător, funcție de felul și numărul parametrilor de sudare care urmează a fi controlați și înregistrați — conform tabelului variantelor de echipare.

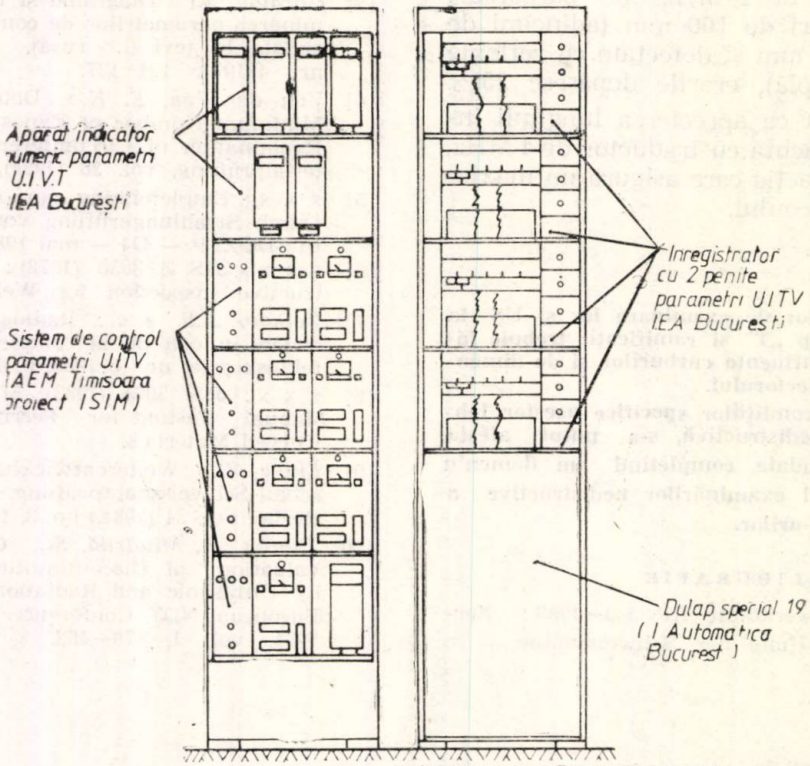
Unul dintre dulapuri conține sertarele sistemelor de control al parametrilor: curentul de sudare, tensiunea arcului, viteza de sudare, viteza de avans al sîrmei-electrod, temperatura de preîncălzire. Tot în acest dulap s-au prevăzut, în cadrul variantelor 2, 4 și 6 de echipare, instrumente indicatoare numerice — cu precizie corespunzător mai ridicată față de instrumentele indicatoare analogice (clasa 1) de pe panoul față al sertarelor sistemelor de control.

Cel de-al doilea dulap este echipat cu instrumente înregistratoare cu două peniță, tip ELR 462 MI—L (fabricație I.E.A.), avînd ca semnal de intrare un semnal analog unificat 0—10 V cc.

În conformitate cu precizările date în figura 2, precum și cu informațiile cuprinse în figura 3, sistemul de control și înregistrare a parametrilor de sudare îndeplinește următoarele **funcțiuni principale:**

— la depășirea, de către parametru, a limitelor interioare de toleranță (ale cîmpului de toleranțe prescrise de tehnologia de sudare),

— efectuează înregistrarea parametrilor pe toată durata controlului, sau numai pe durata depășirii limitelor interioare de toleranță.



TABELUL VARIANTELOR DE ECHIPARE

sistem	dulap înregistrare	dulap SC	
		varianta	conținutul
varianta 1	varianta I	varianta I	SC 2-UI, SC 2-UI, SC 2-VV, SC 1-T și DVM
varianta 2		varianta IV	
varianta 3	varianta II	varianta II	SC 2-UI, SC 2-VV, SC 1-T și DVM
varianta 4		varianta V	
varianta 5	varianta III	varianta III	SC 2-UI, SC 1-T și DVM
varianta 6		varianta VI	

Fig. 1 Sistem de control și înregistrare a parametrilor de sudare cu arcul electric.

pentru o perioadă de timp mai scurtă decît cea maxim admisă (și selectată în prealabil cu un comutator decadic **TREGL**) efectuează semnalizarea și/sau comanda la distanță, prin contacte fără potențial, a potențiometrului de prescriere al instalației de sudare ;

— la depășirea, de către parametru, a limitelor interioare de toleranță, pentru o perioadă de timp mai mare decît cea maxim admisă, efectuează semnalizarea și întreruperea procesului de sudare ;

— la atingerea limitelor exterioare de toleranță, efectuează semnalizarea și întreruperea procesului de sudare ;

Aceste funcțiuni se realizează prin intermediul bornelor de ieșire corespunzătoare, aflate pe panoul spate al sistemelor de control (respectiv pe capacul spate al dulapului care le conține). În afara bornelor cu aceste destinații, mai sînt prevăzute :

— borne pentru semnalul de intrare (parametrul de măsurat și controlat) ; acest semnal se culege de la traductorul primar aferent sistemului de control :

— șunt — în cazul sistemului de control al curentului ;

— borne de tensiune, din circuitul de sudare, în cazul sistemului de control al tensiunii ;

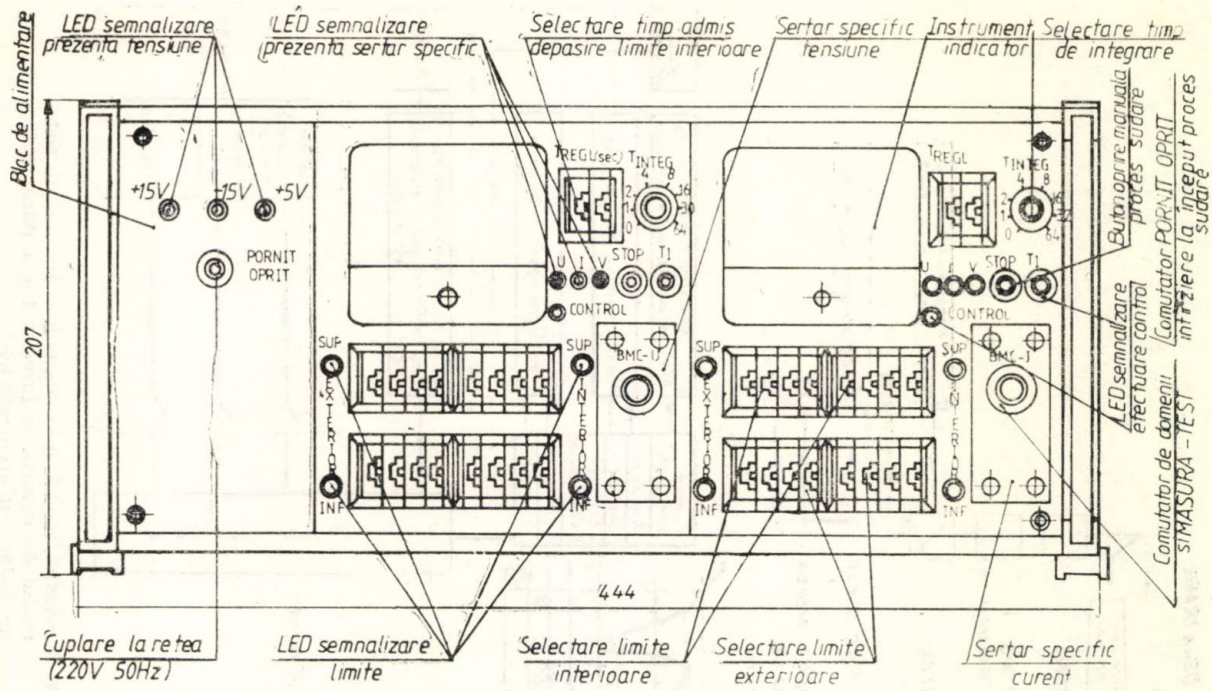


Fig. 2 Sistem de control și înregistrare a parametrilor de sudare cu arcul electric. Detalii.

— traductori primari de viteză — pentru cazul sistemului de control al vitezei de sudare, respectiv al vitezei de avans al sîrmei-electrod (fig. 4), acești traductori sînt realizați în concepție proprie la I.S.I.M ;

— termocuplu subminiatură Fe—Conat (fabricație I.T.R.D. Pașcani) — pentru cazul sistemului de control al temperaturii, cu condiția asigurării importului vast, pentru controlul temperaturii se poate utiliza și un traductor de radiații în infraroșu (import R.F.G) ;

— borne cu semnal analog unificat (0—10 V cc), utilizate tocmai pentru cuplarea sistemelor de control cu instrumentele înregistratoare și cu instrumentele indicatoare analogice amintite anterior.

3. Caracteristicile tehnice principale ale sistemului de control și înregistrare a parametrilor de sudare cu arcul electric sînt date în tabel.

4. Solicitarea unui astfel de sistem de către executanții de componente CNE este motivată de faptul că prin cuplarea echipamentelor de sudare cu sisteme de control, prin selectarea corespunzătoare a limitelor interioare de toleranțe și funcție de performanțele regulatorului echipamentului de sudare, se poate restringe plaja de variație a parametrilor (plajă de variație rezultată din modul de concepție a surselor și aparatelor de sudare), îmbunătățindu-se astfel condițiile de sudare. De asemenea, cuplarea sistemelor de control cu înregistratoare conduce la posibilitatea arhivării și controlului, în orice moment, al modului în care

Caracteristici tehnice principale

Tabel

1. Sistemele de control tip SC

— domeniul de măsurare (semnal de intrare) :
  a) tensiunea arcului cc/ca . . . . . 0 . . . . . 200 V_{ef};
  b) curentul de sudare cc/ca . . . . . 0 . . . . . 2000 V_{ef};
  c) viteza de sudare . . . . . 0 . . . . . 200 cm/min;
  d) viteza de avans a sîrmei-electrod . . . . . 0 . . . . . 2000 cm/min;
  e) temperatura suprafeței piesei de sudat . . . . 0 . . . . . 800°C (500°C);
— semnal de ieșire analog unificat . . . . . 0 . . . . . 10 V c.c. ;
— temporizarea depășirii limitelor interioare de toleranțe . . . . 0 . . . . . 9,9 s;
— gradul de integrare a semnalului . . . . . 8 trepte ; 0 . . . . 64 s;
— tensiunea de alimentare . . . . . 1 ~ 220 V + 10% ; —15%;
— frecvența . . . . . 50 Hz;
— clasa de precizie . . . . . 2,5 ;

2. Instrumente de înregistrare

— semnal de intrare . . . . . 0 . . . . . 10 V c.c. ;
— număr de canale . . . . . 2 ;
— scala gradată . . . . 0 . . . . . 100%;
— viteza maximă a hîrtiei . . . . . 120 mm/min;
— timp de parcurgere a cursei de către peniță . . . . . 1,5 s;

3. Preț informativ maxim

estimat pentru un ansamblu — sistem de control și înregistrare a parametrilor de sudare . . . . . 704.000 lei

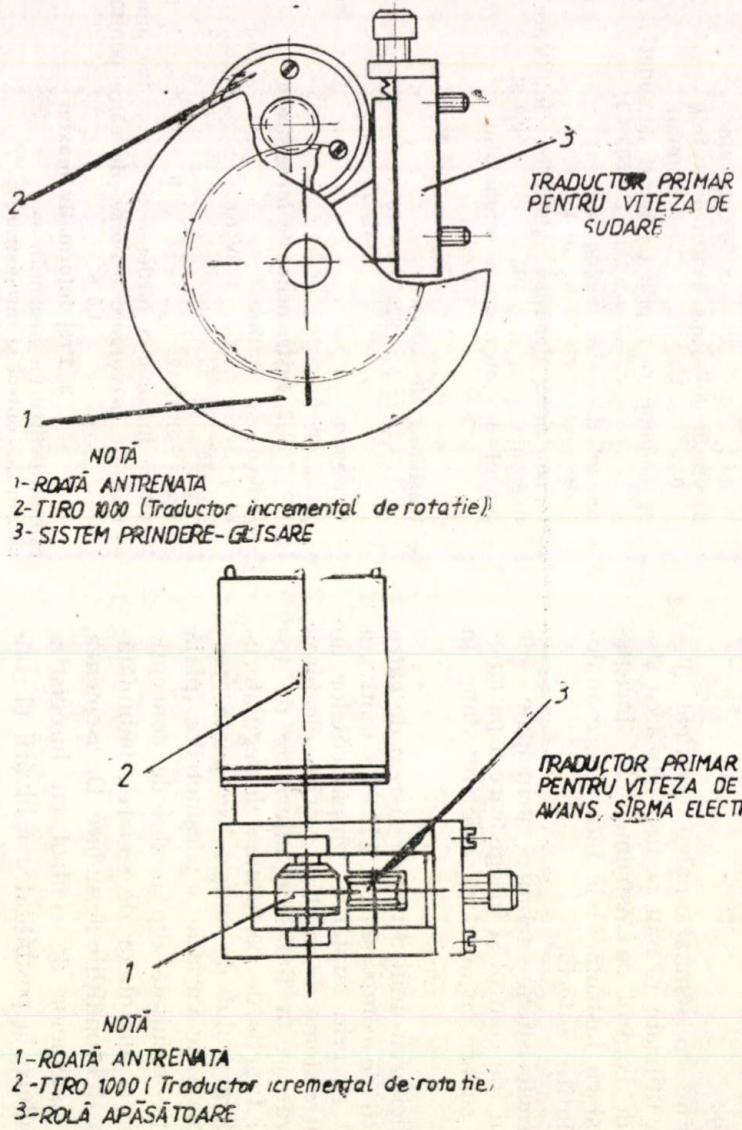


Fig. 4 Traductori primari pentru controlul vitezei de sudare și de avans al sîrmei-electrod.

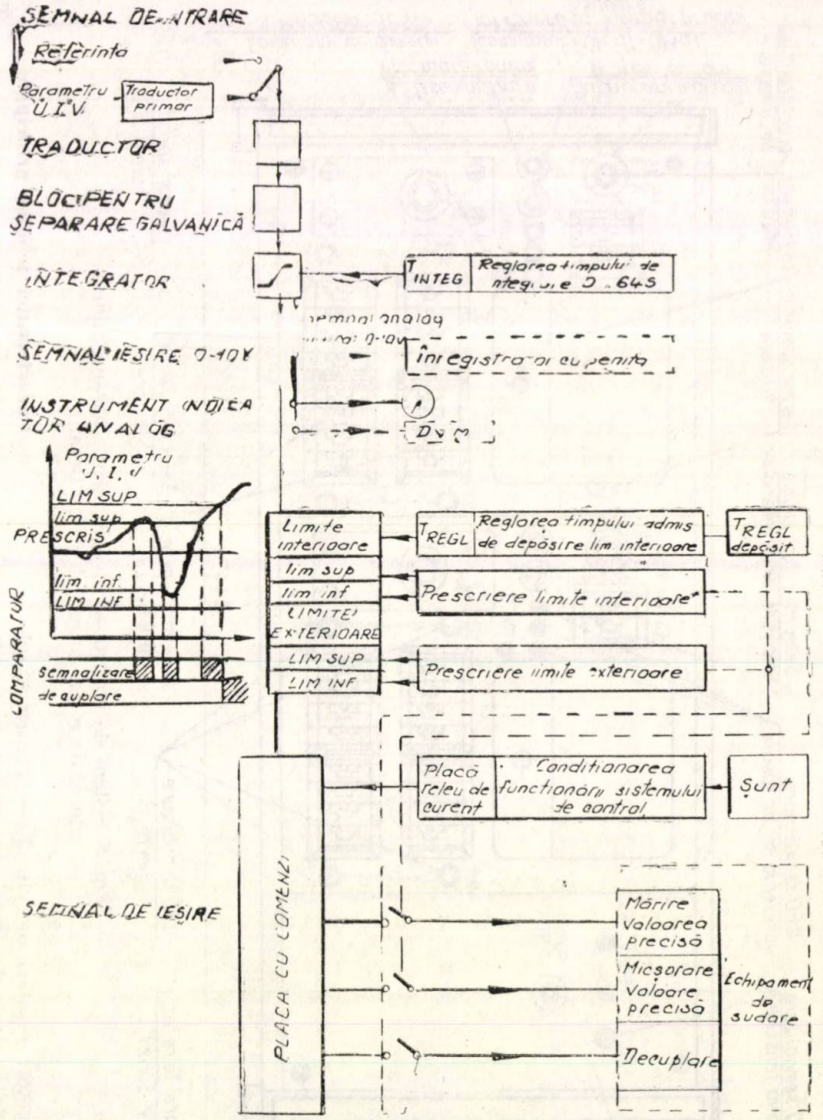


Fig. 3 Schema logică a conexiunilor în cadrul sistemului de control și înregistrare a parametriilor de sudare cu arcul electric.

decurge în timp procesul de sudare cu arcul electric.

Menționăm că sistemul de control și înregistrare a parametrilor de sudare este conceput și proiectat de către I.S.I.M. Timișoara, în colaborare cu I.P.A. București, și va fi executat la I.P.T.E. Alexandria.

Utilizarea, în lucrările de sudură cu pretenții ridicate, a acestui sistem de control și înregistrare va conduce, totodată, la mărirea preciziei operațiilor de sudare ca tehnologie de ansamblu, la eliminarea importului de licențe, la eliminarea importului de astfel de echipamente, precum și la reducerea cheltuielilor materiale, exprimată prin reducerea consumului de metal (estimată, pentru cincinalul 1986—1990, la circa 15%) și reducerea consumului de energie electrică (estimată, pentru cincinalul 1986—1990, la circa 10%).

CZ : 658.562 : 621.004.64

Analiza fiabilității motoarelor termice și efectul de feed-back al datelor din exploatare în activitatea de concepție

Dr. ing. Șerban **SĂNDULESCU**, ing. Puiu **TOTHEZAN**, etc. Elena **CAZIMIROVICI**, ing. Sorina **TOTHEZAN** – I.N.M.T., București

Generalități

Studiul fiabilității — problemă de interes major pentru construcția de motoare termice a fost utilizat pînă în prezent doar în mică măsură și nesistematic.

O analiză globală privind scoaterea prematură din exploatare a motoarelor tip diesel, care echipează grupurile de foraj, navale și feroviare, a pus în evidență tipurile de defecțiuni cu frecvență mai mare sau mai mică, care au determinat reducerea siguranței în exploatare a motoarelor, ceea ce a necesitat, în final, cheltuieli suplimentare deloc neglijabile, în unele cazuri chiar mult ridicate. Aceasta impune o analiză sistematică, pentru descoperirea defecțiunilor la tipurile de motoare din exploatarea curentă. Depistarea subansamblelor care prezintă defecțiuni frecvente, precum și a cauzelor care le determină trebuie luată în considerare la aprecierea fiabilității motoarelor noi proiectate.

Pornind de la aceste premize, s-a procedat la o analiză critică a comportării motoarelor din producția curentă, pe baza datelor din exploatare și utilizînd metode ale statisticii matematice și ale calculului probabilităților.

În acest scop, a fost conceput un sistem de calcul și analiză pe calculator, cu ajutorul căruia au fost determinați principalii indicatori ai fiabilității motoarelor din exploatare.

Prezentarea indicatorilor principali ai fiabilității

Potrivit teoriei statistice a siguranței în funcționare, se examinează o mărime aleatoare-timpul scurs pînă la apariția defecțiunii care determină ieșirea din funcționare a elementului (subansamblului), sau a sistemului motor.

Siguranța în funcționare a unui sistem este determinată atunci cînd se cunoaște unul din cei trei parametri ai timpului de funcționare fără defecțiuni :

— funcția siguranței în funcționare $P(t)$;

— intensitatea defecțiunilor $\lambda(t)$;

— densitatea distribuției timpului de funcționare fără defecțiuni $F(t)$.

$P(t)$ este probabilitatea ca un sistem — motor să funcționeze fără defectare în intervalul considerat în condiții determinate, $P(t) = T > t$.

Valorile P se determină cu formula :

$$P_k = 1 - \frac{r_k}{n}$$

în care r_k — număr de motoare defectate în intervalul de timp (o, t_k) din n elemente în funcționare.

$\lambda(t)$ este rata căderilor (intensitatea de defectare) și reprezintă limita raportului dintre probabilitatea de defectare în intervalul $(t, t + \Delta t)$ condiționată de buna funcționare în intervalul (o, t) și mărimea intervalului Δt, cînd $t \to 0$, (ore^{-1}).

Valorile λ_i se determină cu ajutorul relației de calcul :

$$\lambda_i = \frac{\Delta r_i}{(n - r_i)\Delta t_i} ; \quad \lambda = \frac{1}{MTBF}$$

în care :

n — numărul de motoare aflate sub observație;

r_i — nr. cumulat al defecțiunilor în intervalul $(0, t_i - 1)$;

t_i — intervalul de timp

unde :

$$(\Delta t_i = t_i - t_{i-1})$$

$F(t)$ — densitatea de probabilitate a timpului de funcționare (MTBF) și reprezintă limita raportului dintre probabilitatea de defectare în intervalul $(t, t+\Delta t)$ și mărimea intervalului, cînd $\Delta t \to 0$, (ore^{-1})

Valorile lui $\bar{t}$ se determină cu ajutorul timpului mediu statistic de funcționare fără defecțiuni și numărul total al motoarelor aflate sub observație.

Pornind de la aceste considerații teoretice, dependențele parametrice ale timpului de funcționare fără defecțiuni au fost testate cu valorile obținute prin prelucrarea datelor din exploatare, pentru aproximativ 800 motoare tip MB și o durată de serviciu de 6000 ore.

Studiul fiabilității motarelor din exploatare a evidențiat două aspecte mai importante și anume :

— necesitatea urmăririi, în mod sistematic, a comportării în exploatare a motarelor din producția curentă și a cheltuielilor suplimentare aferente (pentru menținerea lor în exploatare), respectiva creării unei bănci de date privind fiabilitatea;

— stabilirea de decizii obiective și oportune în activitatea de concepție privind proiectarea noilor motoare și modernizarea celor din producția existentă.

În acest sens, lucrarea își propune să evidențieze efectul de feed—back și impactul pe care fluxul datelor din exploatare îl au asupra concepției și fabricației de motoare.

Prezentarea și exploatarea modelului de analiză a fiabilității motoarelor luate în studiu

Pentru studiul fiabilității motarelor, au fost achiziționate date privind funcționarea în timp a acestora, din momentul intrării în serviciu și pînă la scoaterea din funcțiune pentru reparații capitale (s-au luat în studiu $\approx$ 1400 de motoare, din care peste 800 echipează instalațiile de foraj).

Astfel, pentru analiza fiabilității, sistemul motor a fost împărțit în 18 blocuri funcționale de fiabilitate (tab. 1) corespunzătoare subansamblelor componentelor motorului, cît și a tipurilor de defecțiuni constatate.

Pentru analiza funcționării motoarelor tip MB, care echipează instalațiile de foraj pe durata lor de serviciu (6000 ore), a fost utilizat modelul prezentat succint mai sus care face apel la următoarele date obținute din exploatarea motoarelor și prelucrate :

— durata de funcționare a motarelor ;

— numărul motoarelor defectate în timp (pe total și pe fiecare interval de timp, în parte) ;

— tipul și numărul componentelor și subansamblurilor motoarelor defectate în timp ;

Blocurile funcționale ale motorului

Tabelul 1

001	Carter (fisuri, neetașări, consum ulei, apă în ulei)
002	Cilindri (uzuri, fisuri, corodări, neetanșări)
003	Piston (segmenți, fisuri, motorină)
004	Culasa (arderi de garnitură, apă în cilindri)
005	Demaror pneumatic
006	Pompa de injecție
007	Sistemul de răcire (radiator)
008	Sistemul de ungere (neetanșări, filtru ulei)
009	Turbosuflanta
010	Arbore cotit (lagăre și etanșări)
011	Biela (lagăre)
012	Instalația electrică (demaror el, regulator de tensiune).
013	Aparatură de control și comanda (termostat, A)
014	Culbutori și supape (ax came, tacheți)
015	Injector
016	Defecte generale
017	Defecte cauzate de lipsa controlului și def. material
018	Defecte la grup

— frecvența defecțiunilor la blocurile funcționale principale (arbori, cilindri, piston etc.);

— frecvența defecțiunilor la blocurile funcționale secundare (echipament electric, aparatură de măsură și control etc.);

— timpul de defectare, cumulat ;

— timpul mediu de defectare a subansamblurilor cu frecvență mare de defectare.

Rezultatele analizei fiabilității motoarelor din exploatare

Studiul indicatorilor de fiabilitate pentru întreaga perioadă de funcționare a motoarelor tip MB supuse analizei a pus în evidență următoarele aspecte :

Evoluția intensității de defectare. Se remarcă valori ridicate ($\lambda = 74.10^{-5}$) în primele intervale de funcționare, corespunzătoare unui număr de 36 luni de la punerea în funcțiune; urmează o perioadă cu valori relativ constante, dar mai scăzute, ($\lambda = 32.10^{-5}$), corespunzătoare perioadei de exploatare propriu-zise, după care se constată, din nou, o creștere a intensității de defectare la care se observă valori mai ridicate ($\lambda = 120.10^{-5}$), ceea ce conduce la necesitatea scoaterii din funcțiune a acestor motoare înainte de termen.

Reprezentarea grafică a intensității de defectare $\lambda = f(t)$ pentru sistemul motor este de forma unei exponențiale descrescătoare în intervalul 0—1800 ore, practic constantă în intervalul de timp 1800—4500 ore, respectiv crescătoare în intervalul 4500—6000 ore, ceea ce îi conferă denumirea specifică de „cadă de baie" (fig. 1). Din studierea alurei curbei, rezultă creșterea intensității defecțiunilor în primul interval,

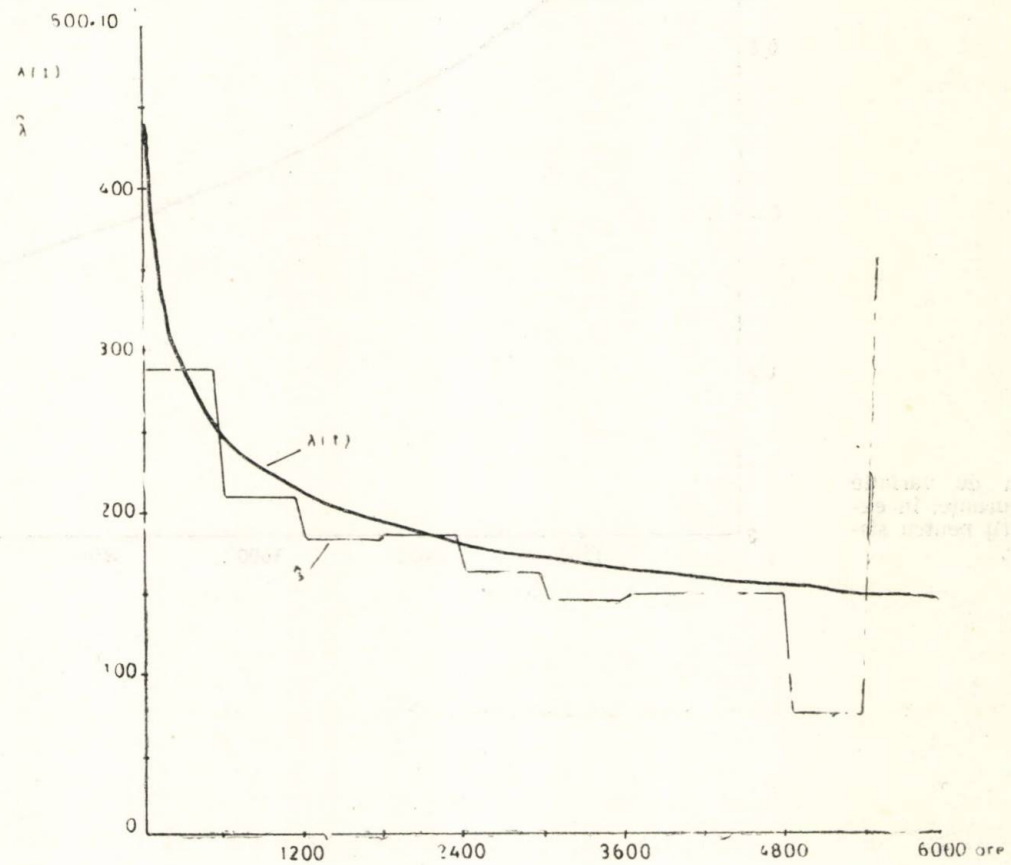


Fig. 1 Curba de variație a funcției ratei (intensității) de defecte $[\lambda(t)]$ pentru sistemul motor.

mai accentuată în intervalul 4500—6000 ore, pentru $\lambda = 350.10^{-6}$.

Variația funcției $\lambda = f(t)$ se verifică și prin alura curbelor $P = f(t)$ și $F = f(t)$ (prezentate în fig. 2 și 3) constatîndu-se că distribuirea mărimilor aleatoare, care reflectă legătura dintre valorile lor reale și cele posibile, este caracteristică specificului constructiv, eterogen, al motoarelor.

Pentru a evidenția punctele slabe ale sistemului motor, au fost luate în analiză principalele blocuri funcționale de fiabilitate (subansamblele și componentele motoarelor studiate).

Curbele funcțiilor $\lambda = f(t)$, $P = g(t)$ și $F = h(t)$ pentru blocurile funcționale de fiabilitate cu valori scăzute, urmează practic aceeași alură cu cea a sistemului motor.

Ponderea blocurilor funcționale defecte a fost înscrisă pe histrograma tip Peretto (fig. 4), pe care se pot observa valori medii mai ridicate, în special, la cilindri, cartere, pistoane, sistemul de ungere, arbori cotiți, biele, culbutori și care reprezintă peste 58% din defecțiunile întregului motor.

Pentru a se pune în evidență siguranța în exploatare, s-a procedat la o comparație privind nivelul valorilor de fiabilitate pentru componente ale motoarelor studiate (tip MB) și ale altor tipuri de motoare (MTU).

În figura 5, se observă că, în timp ce, la motoarele MTU (pentru două generații), rata căderilor nu se ridică mai sus de 30.10^{-6} def./motor, la motoarele tip MB, această rată este mult mai ridicată depășind 70.10^{-6} def./motor.

Analiza statistică privind fiabilitatea motoarelor luate în studiu a scos în evidență durata de funcționare mult scăzută sub nivelul mediei de viață pînă la reparația capitală și cu o rată medie de defectare ridicată. Aceasta demonstrează că tipul de construcție al acestor motoare luate în studiu este depășit de noile cerințe de utilizare (timpul real de exploatare., nedepășind 85% din timpul admisibil). Deci se

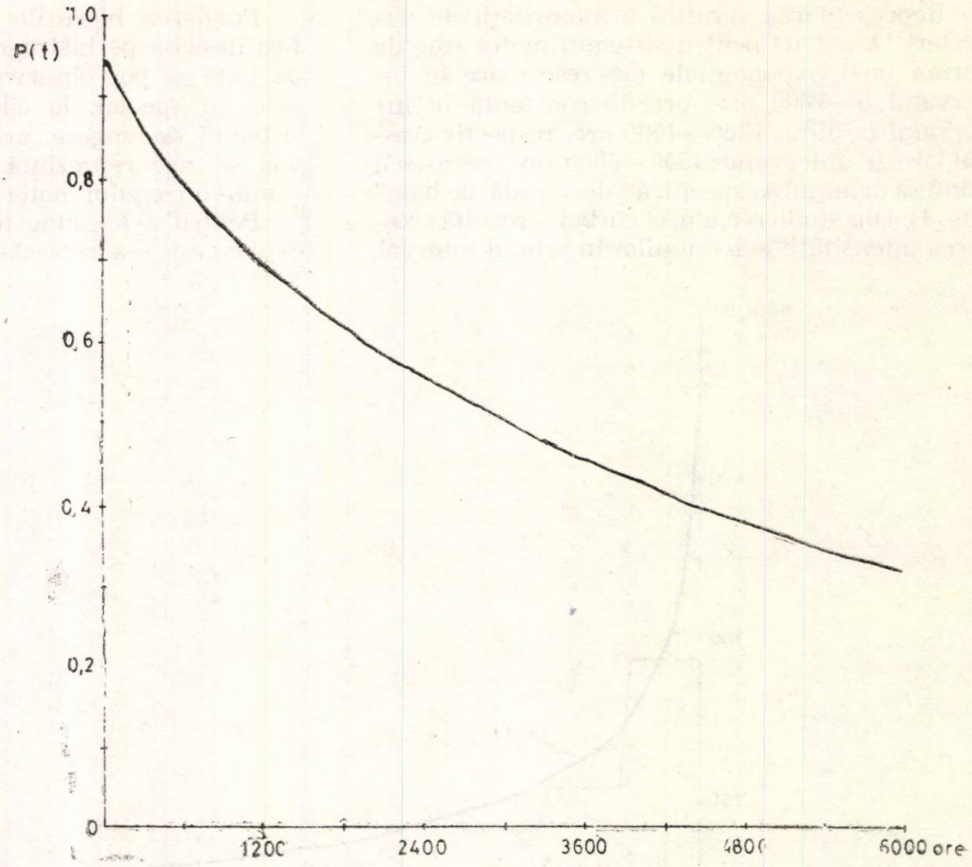


Fig. 2 Curba de variaţie a funcţiei siguranţei în exploatare [P (t)] pentru sistemul motor.

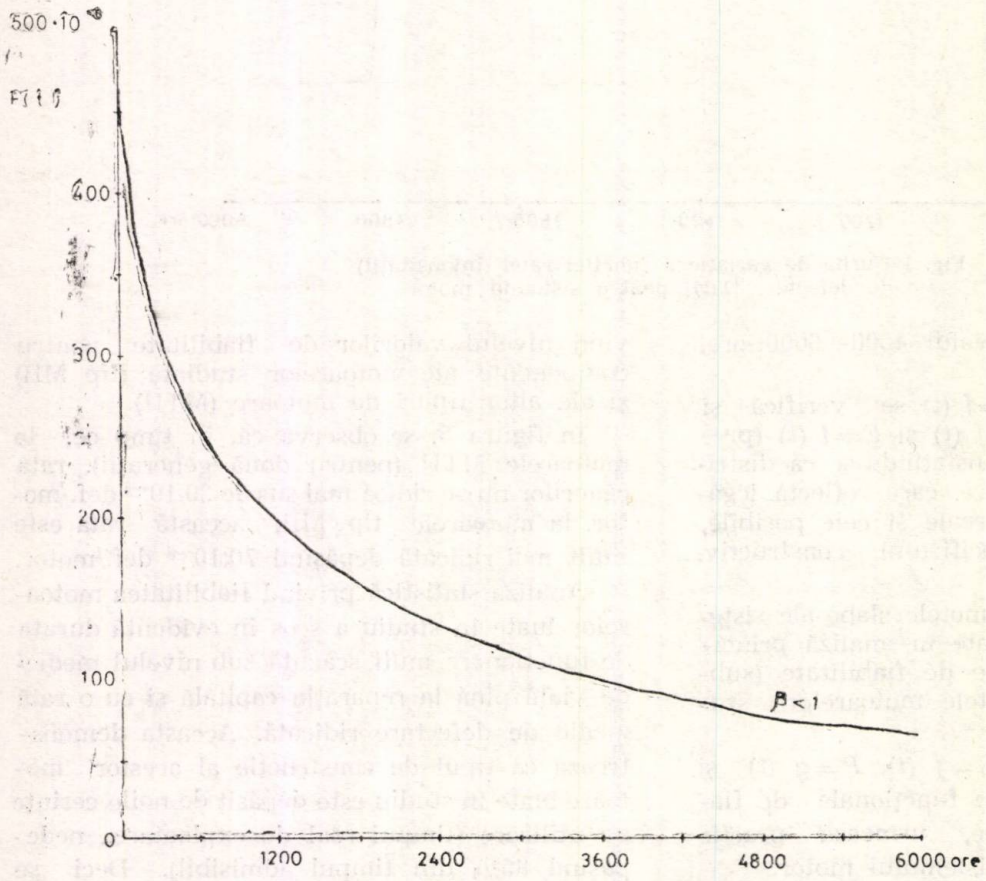


Fig. 3 Curba de variaţie a funcţiei densităţii distribuţiei timpului de funcţionare *MTBF* [F (t)] pentru sistemul motor.

impune modernizarea motoarelor existente în exploatare sau înlocuirea cu alte motoare care să prezinte performanțe corespunzătoare.

limitate, însă, la gradul optim de fiabilitate pentru producător, deoarece nivelul cheltuielilor totale de fiabilitate crește și ca urmare a

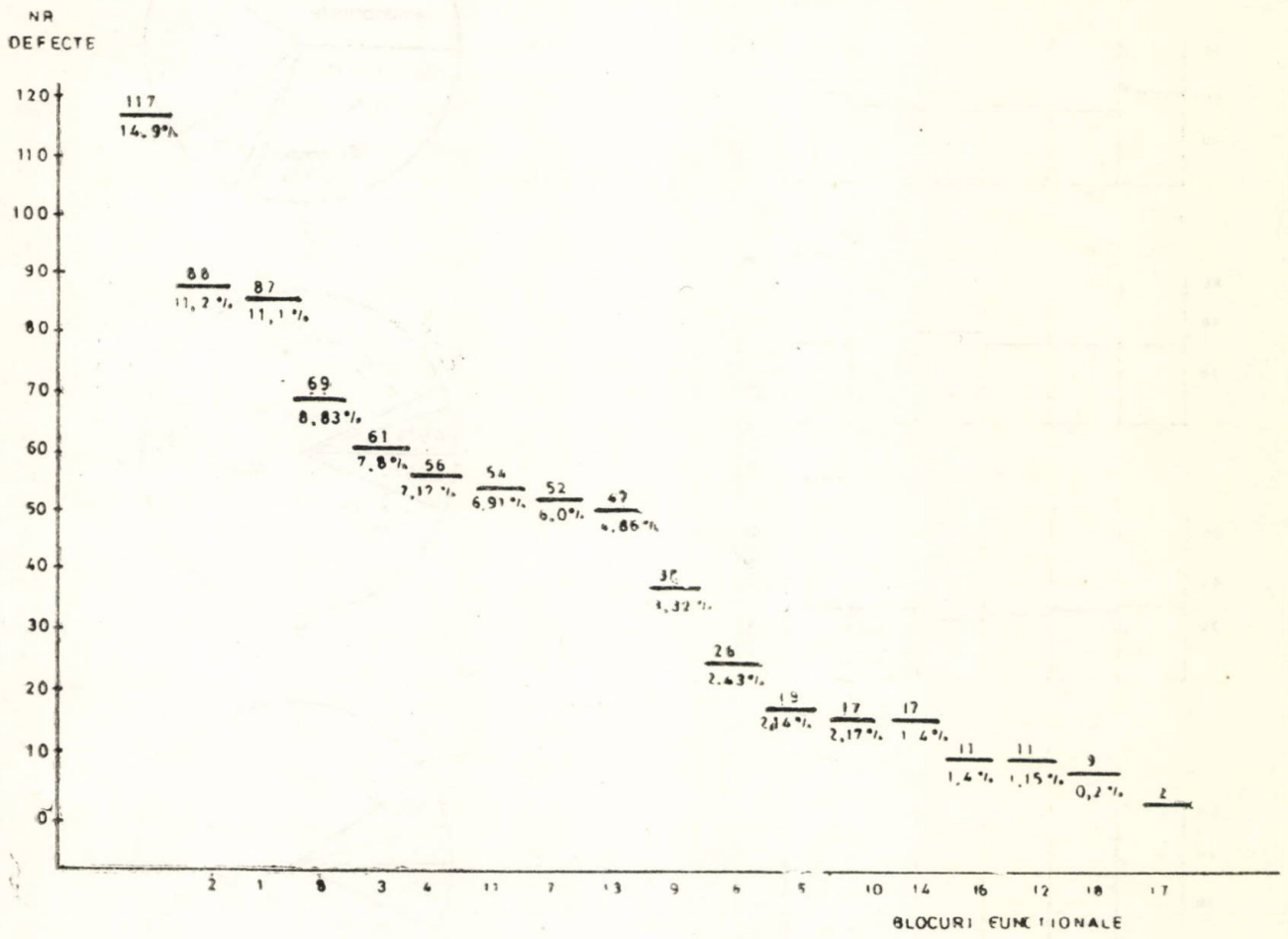


Fig. 4 Histogramă tip Peretto.

Implicațiile economice ale fiabilității scăzute la motoarele din exploatare

Nivelul cheltuielilor specifice perioadei de exploatare a motoarelor puse în funcțiune, precum și ponderea lor în totalul cheltuielilor de producție depind de calitatea acestora, dar și de modul de exploatare și întreținere.

Implicațiile economice ale fiabilității scăzute, atît asupra producției de motoare, cît și a utilajelor echipate cu acestea, se evidențiază (la producător cît și la utilizatori) prin variația cheltuielilor totale (fig. 6).

În funcție de fiabilitatea motoarelor, cheltuielile totale la producător se modifică diferit față de cheltuielile la utilizatori.

Astfel, dacă motorul prezintă caracteristici de performanță din care rezultă reduceri la cheltuielile de utilizare, la producător, pentru obținerea unei fiabilități ridicate, sînt necesare cheltuieli mai mari (suplimentare).

Aceste cheltuieli ale producătorului se reflectă în prețul de producție (livrare) și sînt cheltuielilor specifice de întreținere și exploatare.

În figura 7 se prezintă, în valori relative, nivelul cheltuielilor de întreținere și utilizare a motoarelor tip MB, în două perioade de timp (la punerea în funcțiune și în timpul exploatării propriu-zise), comparativ cu un motor diesel modern. Deci, nivelul cheltuielilor specifice de fiabilitate crește invers proporțional cu durata de viață a motoarelor defectate.

Rezultatele prelucrării datelor de fiabilitate pentru motoarele luate în studiu a scos în evidență următoarele aspecte :

— cheltuielile totale la utilizarea motorului cresc odată cu scăderea fiabilității, ca urmare a defectărilor sistematice ;
— cheltuielile de utilizare și întreținere se modifică în funcție de modul de exploatare a motoarelor din producția curentă, precum și de nivelul fiabilității acestora.

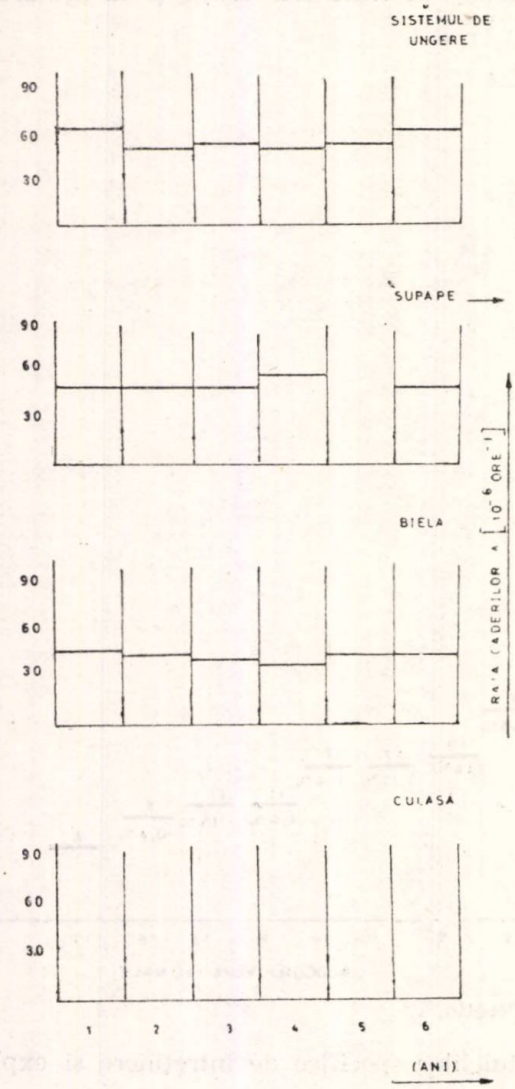


Fig. 5 Rata căderilor la componentele principale ale motoarelor MB și MTU.

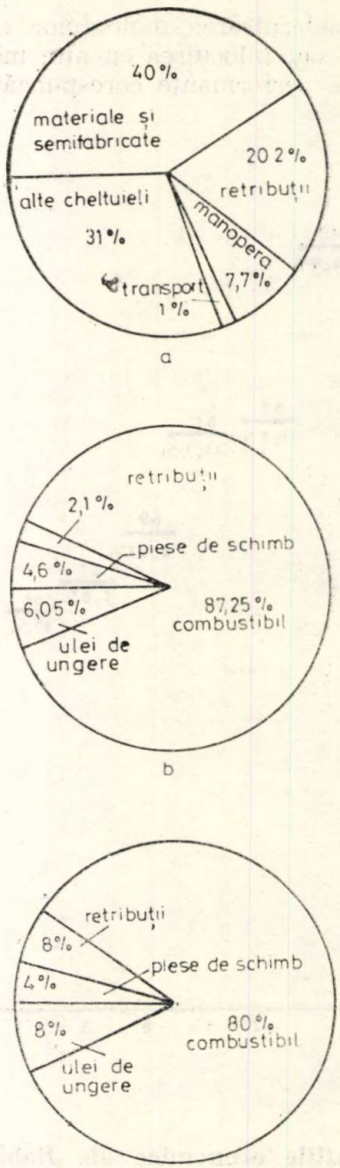


Fig. 7 Cheltuieli de întreținere și utilizare MB (a), MB (b), MDM (c).

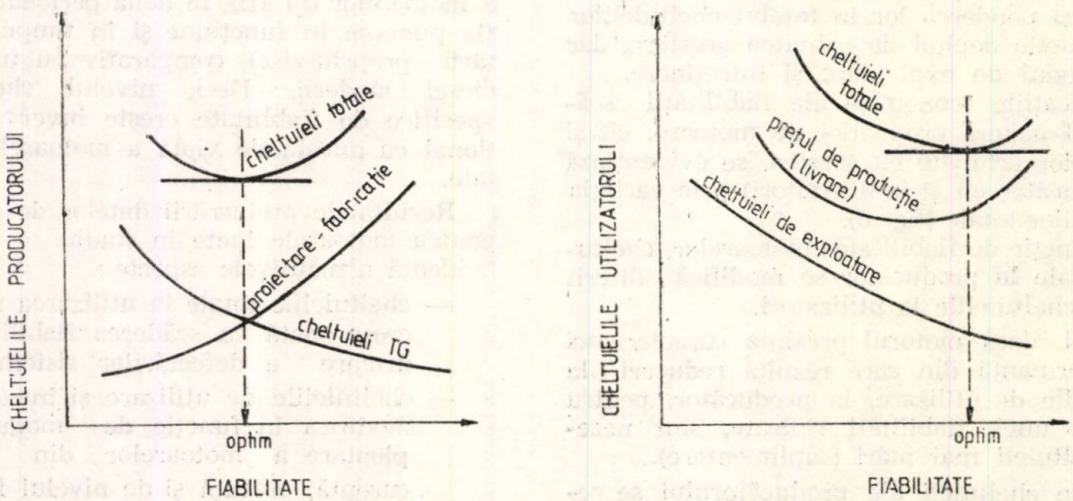


Fig. 6 Variația cheltuielilor specifice de fiabilitate în cele două sfere de activitate.

Implicațiile economice sînt mult mai mari, dacă se ține seama de volumul total de motoare defectate și de volumul pierderilor de producție, la toți utilizatorii acestor motoare, ca urmare a scoaterii prematură din funcțiune.

Concluzii și propuneri

Studiul fiabilității motoarelor care echipează instalațiile de foraj, realizat prin prelucrarea pe calculator în cadrul modelului clasic de analiză statistică, aplicat unui număr mare de date culese din exploatare (pentru circa 800 motoare) a pus în evidență modul de variație, în timp, a principalelor caracteristici de fiabilitate ale motoarelor considerate: intensitatea de defectare $\lambda(t)$, probabilitatea de funcționare fără defectare $P(t)$ și densitatea de probabilitate a timpului de funcționare $F(t)$.

Această analiză a fost efectuată atît pentru sistemul motor, în ansamblu, cît și pentru blocurile funcționale considerate.

Compararea acestor caracteristici cu cele similare, găsite în literatură pentru alte tipuri de motoare cu aceeași destinație, pune în evidență, la un moment dat, competitivitatea motoarelor studiate determinînd astfel luarea unor decizii obiective, care să asigure creșterea fiabilității, fie reproiectarea unor blocuri funcționale cu fiabilitate scăzută, fie trecerea la proiectarea unui nou motor care să prezinte caracteristici superioare.

Implicațiile economice ale fiabilității motoarelor respective, așa cum se reflectă atît la producător cît și la utilizator, sînt, de asemenea, deosebit de importante și permit luarea de decizii în cele două sfere de manifestare, precum și în activitatea de proiectare.

În sfîrșit, caracteristica intensității de defectare, atît pentru sistemul în ansamblu, cît și pentru blocurile funcționale considerate, constituie un îndreptar important pentru utilizator, în vederea aprovizionării cu piese de schimb și aprecierii ritmului de lucru pe care se poate baza în planificarea lucrărilor.

Considerăm că exemplul (de tratare a fiabilității) prezentat în această lucrare ar trebui extins în domeniul construcțiilor de mașini, în scopul cunoașterii obiective a poziției în care ne aflăm și a căilor de dezvoltare care urmează a fi adoptate pentru fiecare produs în parte.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Oprean, A., ș.a.*: Fiabilitatea mașinilor — unelte Editura tehnică, București, 1979.

[2] *Iosifescu, M., Mihoc, Gh.*: Teoria probabilităților și statistica matematică. Editura didactică și pedagogică, București, 1966.

[3] *Arama, C.*: Terotehnica, Editura tehnică, București, 1976.

[4] *Baron, T.*: Calitatea și fiabilitatea produselor. Editura didactică și pedagogică, București, 1979.

[5] *Drujinin, G. V.*: Siguranța și funcționarea sistemelor. Moscova, Izd. Energhia, 1977.

CZ : 658.562 : 621.004.64

Analiza fiabilității garniturii de foraj

Conf. dr. ing. Vlad ULMANU – Institutul de Petrol și Gaze — Ploiești

Introducere

Garnitura de foraj reprezintă ansamblul elementelor care servesc la transmiterea mișcării de rotație de la suprafață la sapa de foraj la realizarea apăsării pe sapă și la conducerea fluidului de foraj, fiind solicitată complex la tracțiune și compresiune, torsiune, încovoiere și presiune interioară, la șocuri și vibrații, solicitările avînd în principal caracter variabil.

Estimarea rezistenței și durabilității garniturii de foraj are la bază cunoașterea solicitărilor reale sub aspectul valorii și al caracterului variației, în timp, a agresivității mediului de exploatare, a abrazivității rocilor etc., precum și a capacității elementelor componente ale garniturii de a rezista în timp acestor solicitări. Raportul în care se găsesc valoarea solicitării și rezistența elementului constructiv este caracterizat, uzual, pe baza noțiunii de coeficient de siguranță, definit ca raport între rezistența minimă a materialului corespunzătoare unei stări critice de solicitare și solicitarea reală maximă. Pentru solicitările garniturii de foraj care pot fi considerate că au caracter static, starea limită o reprezintă atingerea limitei de curgere în elementul cel mai solicitat. Pentru solicitările variabile starea limită o reprezintă atingerea unei anumite degradări cumulative la oboseală. Cazul limită îl reprezintă ruperea la oboseală.

Verificarea rezistenței sau durabilității la solicitări variabile, pe baza coeficientului de siguranță, este nesatisfăcătoare, deoarece solicitările reale ale garniturii de foraj au variații mari în timp și de la un element la altul, cu maxime care depășesc valoarea rezistenței la oboseală, care, la rîndul ei, prezintă o dispersie pronunțată. Metodele moderne de estimare a durabilității la solicitări variabile exprimă siguranța unui element, prin nivelul de probabilitate cu care se realizează o durabilitate prescrisă, în condiții de solicitare date, reprezentînd un caz particular al metodei mai generale de analiză, cunoscută sub denumirea de teoria fiabilității.

Fiabilitatea garniturii de foraj

Fabilitatea, denumită inițial siguranța în funcționare, reprezintă aptitudinea garniturii de foraj de a-și îndeplini funcția specificată,

în condiții date, pe o durată dată. Din punct de vedere fiabilistic, garnitura de foraj reprezintă un sistem complex, reparabil, alcătuit din mai multe elemente componente conectate „în serie", determinat de faptul că fiabilitățile elementelor componente sînt independente între ele, iar defectarea unui element atrage după sine defectarea sistemului. Fiabilitatea garniturii de foraj R (probabilitatea de bună funcționare) se determină deci ca produs al fiabilităților elementelor componente R_i, cu relația :

$$R = \prod_{i=1}^{n} R_i \qquad (1)$$

în care R reprezintă fiabilitatea, iar i numărul de elemente componente.

Față de alte sisteme tehnice, garnitura de foraj prezintă, din punct de vedere fiabilistic, următoarele particularități:

a. este alcătuită dintr-un număr mare de elemente, numărul și structura acestora modificîndu-se în timp, pe măsura creșterii adîncimii sondei ;

b. elemente identice sînt supuse unor solicitări diferite, în funcție de poziția lor în garnitură, ceea ce ridică mari dificultăți în considerarea valorii reale a solicitării și duratei reale de exploatare a fiecărui element :

c. în caz de defectare, recondiționarea se face, de regulă, prin înlocuirea elementului defect cu un element nou.

Determinarea fiabilității garniturii de foraj, în orice moment al exploatării sale, impune cunoașterea efectului solicitărilor și a influenței mediului de lucru asupra fiecărui element component. Aceste date, asociate cu informațiile privind starea elementelor garniturii determinate prin inspecția periodică și cu valorile caracteristicilor mecanice și de oboseală permit calculul probabilității de bună funcționare după fiecare marș.

Etapele de analiză a fiabilității garniturii de foraj sînt prezentate în figura 1. Prima etapă o reprezintă determinarea solicitărilor și a caracterului variației acestora, materializată în histograma solicitărilor, sau prin funcția densității de probabilitate. Folosind datele privind caracteristicile de rezistență la solicitări variabile ale elementelor garniturii de foraj se determină degradarea cumulativă la oboseală și durabilitatea remanentă pentru fiecare element. În funcție de valoarea obținută pentru probabilitatea de bună funcționare pentru marșul următor, elementul analizat este exploatat în continuare, sau este respins.

Pentru a urmări, continuu, capacitatea de lucru a elementelor garniturii de foraj și a evita accidentele, se poate folosi un calculator numeric, care să înregistreze informațiile privind fiecare prăjină de foraj și să efectueze calculele privind istoria solicitărilor, degradarea cumulativă la oboseală și fiabilitatea [1, 14].

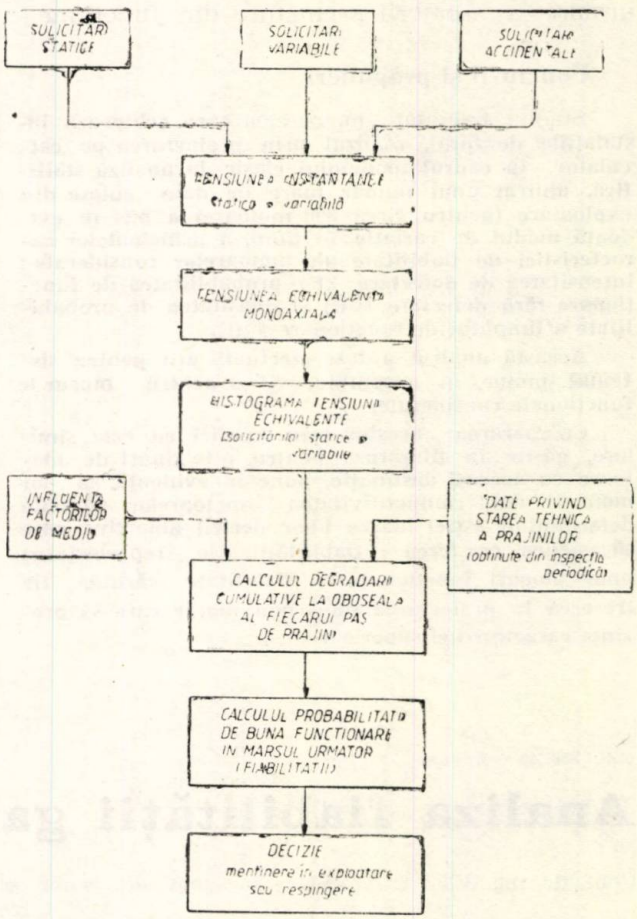


Fig. 1 Etapele de analiză a fiabilității garniturii de foraj,

Estimarea fiabilității garniturii de foraj se poate face prin trei metode: prin prelucrarea datelor din exploatare, prin încercări experimentale și analitic.

Estimarea fiabilității garniturii de foraj pe baza datelor din exploatare are la bază prelucrarea statistică a timpilor de funcționare pînă la defectare ai elementelor componente, determinînd indicatorii de fiabilitate prin metode neparametrice și parametrice, STAS 10 307—75.

În practica inginerească, se folosesc — pe larg — metodele grafice de determinare a legii de repartiție a timpului de funcționare, reprezentînd într-o rețea de probabilitate adecvată legii de repartiție căutate punctele de coordonate t_i, $i/n+1$ (t_i — timpul de bună funcționare al elementului i, iar n — numărul total de elemente).

În figura 2 se prezintă analiza grafică a datelor privind defectările în exploatare la 13 garnituri de foraj cu diametrul 88,9 mm (3 1/2), într-o rețea de probabilitate de tip Weibull [14]. Se observă că punctele reprezentînd defectările se înscriu pe o dreaptă, confirmînd repartiția Weibull. Parametrul de formă $\beta = 2{,}5$ pentru prima dreaptă și $\beta = 7$ pentru a doua dreaptă indică o repartiție a timpilor de bună funcționare, apropiată de legea normală, cu creșterea în timp a riscului de defectare. Valoarea ridicată a parametrului de formă $\beta = 7$ indică valori mari ale riscului de defectare începînd cu circa 13 000 ore de funcționare.

Estimarea fiabilității pe baza încercărilor experimentale. În cazul elementelor garniturii de foraj, încercările experimentale urmăresc uzual determinarea caracteristicilor de rezistență și de durabilitate la solicitări variabile, similare cu cele din gaura de sondă. Metodele experimentale urmăresc fie verificarea siguranței la solicitări variabile, fie furnizarea datelor necesare verificării analitice a siguranței în exploatare (a fiabilității).

În primul caz, verificarea experimentală a siguranței la solicitări variabile necesită cunoașterea solicitărilor reale și prelucrarea lor, pentru obținerea unor programe de solicitări, eloborate pe baza următoarelor concepte [3, 5, 11]:

a. reproducerea cît mai exactă a istoriei solicitărilor înregistrate în exploatare, cu simularea cît mai exactă a condițiilor de mediu, pînă la rupere;

b. repetarea aleatorie sau deterministă a ciclurilor sau a unei reuniuni de trepte de solicitare (blocuri), pînă la rupere.

În ambele cazuri, rezultatele încercărilor se materializează în curbe de durabilitate, exprimate în coordonate tensiune — număr de cicluri (σ —N).

În al doilea caz, în scopul verificării analitice a siguranței la solicitări variabile, încercările experimentale au ca principal obiectiv determinarea rezistenței la oboseală și a durabilității, corespunzătoare diferitelor niveluri de solicitare, exprimate prin curba de durabilitate (Wöhler) în coordonate σ — N, pentru epruvete și piese reale. Pentru calcule practice, în figura 3, a se prezintă curba de durabilitate determinată pentru îmbinări 4 1/2 FH prestrînse [15]. Curba de durabilitate (Wöhler) în aer a prăjinilor de foraj de dimensiunea 114,3 mm (4 1/2 in), din clasele de rezistență D și E, este prezentată în figura 3, b (curba 1), iar curba 2 estimează influența mediului coroziv [7, 13].

Se constată că rezultatele încercărilor la solicitări variabile ale pieselor reale prezintă o pronunțată împrăștiere statistică, coeficientul de variație a rezistenței la oboseală (raportul între abaterea medie pătratică s și valoarea medie $\bar{x}$, $c_v = s/\bar{x}$, STAS 2631-72) avînd valorile de 0,1 ... 0,12, determinat pe baza literaturii de specialitate și a cercetărilor proprii.

Fenomenele de uzură și coroziune reduc valoarea rezistenței la oboseală și a durabilității, fiind luate în considerare prin afectarea durabilității în aer cu un coeficient subunitar (0,8) și prin admiterea valorilor inferioare, determinate pentru rezistențele la oboseală [1, 6, 14]. Pentru calcule practice, pe baza cercetărilor proprii [12, 16] și a prelucrării datelor din literatura de specialitate, se pot admite următoarele valori ale rezistențelor la oboseală (valorile din paranteze iau în considerare efectul coroziv al mediului):

$\sigma_{-1\,PF} = 137$ (124) N/mm² pentru prăjini de foraj de grad D și E; $\sigma_{-1\,PF} = 194$ (140) N/mm² pentru prăjini de foraj de grad G 105 și S 135; $\sigma_{-1\,PF} = 124$ (112,5) N/mm² pentru prăjini de foraj din aluminiu [2, 8, 10, 13, 14].

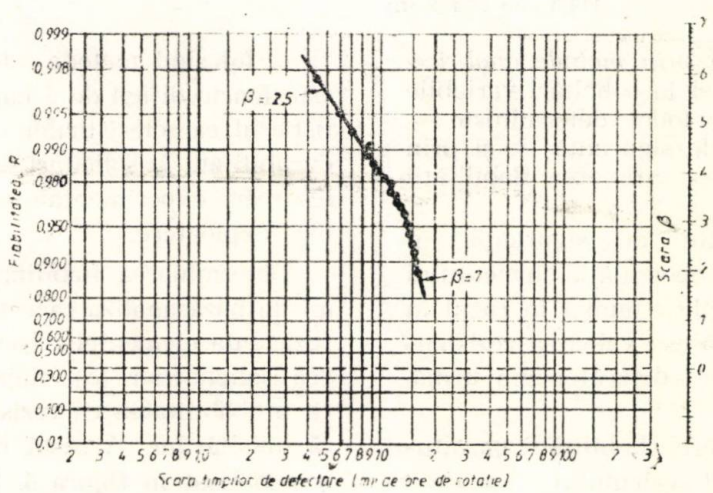


Fig. 2 Estimarea fiabilității folosind rețeaua de probabilitate Weibull.

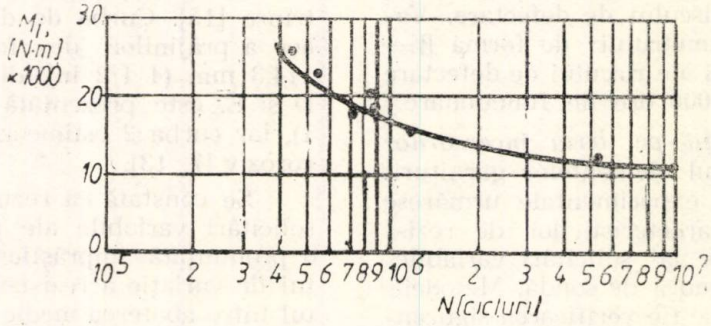
Variația amplitudinii ciclului cu tensiunea medie se poate exprima analitic cu relația [9]:

$$\sigma_a = 134{,}45 - 0{,}149\ \sigma_m - \\ - 193{,}8.10^{-6}\ (\sigma_m - 230{,}9)^2.10^{-6} \qquad (2)$$

în care :

σ_a este amplitudinea ciclului;
σ_m — tensiunea medie a ciclului [9].

b. prin compararea tensiunii de calcul (echivalente) cu tensiunea admisibilă, se obține o valoare determinată pentru coeficientul de siguranță, deși solicitările au caracter aleatoriu și pot avea dispersii diferite. Rezultă, de aici, că valorile coeficienților de siguranță sînt mărimi aleatorii pentru condițiile reale de solicitare, iar determinarea lor se poate face numai pe baza teoriei probabilităților;



a

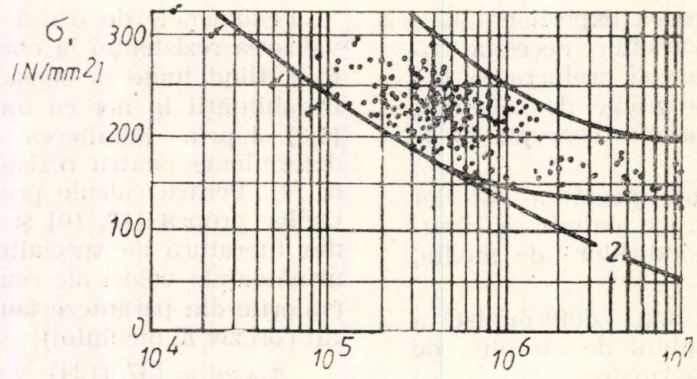


Fig. 3 Curba de durabilitate; a — pentru îmbinări filetate 4 1/2 FH înșurubate cu momentul 27 100 Nm; b — pentru prăjinile de foraj de 114,3 mm (4 1/2 in).

Estimarea fiabilității prin metode analitice. Determinarea siguranței la solicitări variabile se poate face prin metode deterministe — calculul coeficientului de siguranță — și prin metode probabilistice — estimarea fiabilității garniturii de foraj.

Calculul coeficientului de siguranță, în raport cu rezistența la oboseală a elementului constructiv, se poate aplica numai în cazul în care solicitările nu depășesc valoarea rezistenței la oboseală, fiind nesatisfăcător din următoarele motive :

a. nu permite estimarea fiabilității garniturii de foraj, deși scopul calculului este de a garanta că, pe durata exploatării, nu există riscul ruperii la oboseală ;

c. folosind metode deterministe de calcul, este foarte dificil de a cuprinde caracterul statistic al caracteristicilor de rezistență și de durabilitate la solicitări variabile, obținute prin încercări experimentale sau pe baza datelor din exploatare.

Determinarea fiabilității garniturii de foraj are la bază analiza raportului în care se găsesc rezistența elementelor componente (R) și valoarea solicitărilor (S), fiabilitatea fiind definită ca probabilitatea ca rezistența să fie superioară solicitărilor. Această relație este exprimată schematizat în figura 4. În cazul garniturii de foraj, solicitarea (caracterizată prin valoarea medie $\overline{S}$ și abaterea medie pătratică s_S) este rezul-

tanta sarcinilor axiale (F, s_F), a momentelor încovoietoare (M_i, s_{M_i}) și a momentelor de torsiune (M_t, s_{M_t}) astfel încît valoarea medie a solicitării este $\overline{S}=\overline{F}+\overline{M}_i+\overline{M}_t$, iar abaterea medie pătratică $s_S=s_F^2+s_{M_i}^2+s_{M_t}$.

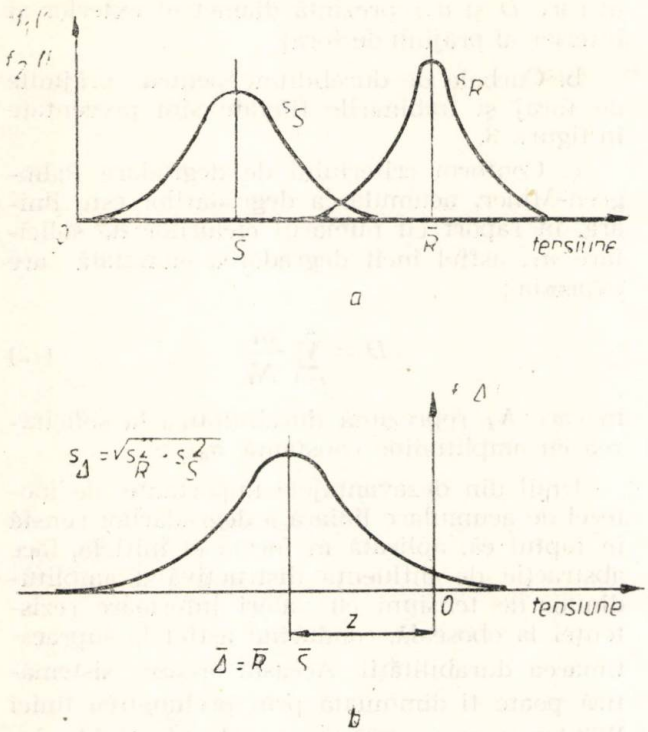


Fig. 4 Calculul fiabilității (sau al probabilității de degradare); a — rezistența și solicitarea ca mărimi statistice; b — distribuția funcției $\Delta=R-S$.

Rezistența elementului este rezultanta caracteristicilor de rezistență (tensiuni admisibile) și a caracteristicilor geometrice (aria A, momentul de inerție I). Spre exemplu, rezistența la tracțiune este produsul dintre tensiunea admisibilă și arie :

$$\overline{R}=R_c\ A\ ;\ s_R=\sqrt{R_c^2 s_A^2+A^2 s_{R_c}^2+s_A^2 s_{R_c}^2} \quad (3)$$

în care R_c este limita de curgere.

Ruperea nu se va produce atît timp cît diferența :

$$\Delta=R-S>0 \quad (4)$$

Media mărimii aleatorii Δ este egală cu diferența dintre mediile rezistenței și solicitării,

$$\overline{\Delta}=\overline{R}-\overline{S} \quad (5)$$

iar abaterea medie pătratică este :

$$s_\Delta=\sqrt{s_R^2+s_S^2} \quad (6)$$

În mod frecvent distribuția solicitării și rezistenței este normală, astfel încît și distribuția funcției diferență va fi normală (fig. 4, b) cu legea :

$$f(\Delta)=\frac{1}{s_\Delta\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(\Delta-\overline{\Delta})^2}{2s_\Delta^2}} \quad (7)$$

Pentru calculul probabilității de rupere, F, se introduce variabila $z=(\Delta-\overline{\Delta}/s_\Delta$, care pentru $\Delta=0$ are valoarea $\delta=\overline{\Delta}/s_\Delta$, obținînd :

$$F=\int_{-\infty}^{0}f(\Delta)d\Delta=\int_{\delta}^{\infty}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{z^2}{2}}dz=0{,}5-\Phi(z) \quad (8)$$

în care Φ (z) este funcția lui Laplace (STAS 1839—72), ale cărei valori sînt prezentate în tabelul 1, pentru cîteva probabilități de rupere. Fiabilitatea se va determina cu relația

$$R=1-F=0{,}5+\Phi\ (z) \quad (9)$$

Probabilitatea de rupere în funcție de variabilă

Tabelul 1

F	δ	F	δ
0,5	0	10^{-3}	3,09
0,4	0,2535	10^{-4}	3,719
0,3	0,5244	10^{-5}	4,265
0,2	0,8416	10^{-6}	4,753
0,1	1,282	10^{-7}	5,199
0,05	1,645	10^{-8}	5,612
0,01	2,236	10^{-9}	5,998
0,005	2,576		

Această metodologie permite exprimarea coeficientului de siguranță c, în funcție de probabilitatea de rupere, respectiv de fiabilitate prin transformarea succesivă a relației :

$$\delta=\frac{\overline{\Delta}}{s_\Delta}=\frac{\overline{R}-\overline{S}}{\sqrt{s_R^2+s_S^2}}=\frac{\overline{S}(\overline{R}/\overline{S}-1)}{\overline{S}\sqrt{C_{VR}^2\overline{R}^2/\overline{S}^2+C_{VS}^2}}=$$

$$=\frac{c-1}{\sqrt{c^2C_{VR}^2+C_{VS}^2}} \quad (10)$$

în care $C_{VR}=s_R/\overline{R}$ și $C_{VS}=s_S/\overline{S}$ reprezintă coeficienții de variație a rezistenței și a solicitării (STAS 2631—72), [4, 11]. O reprezentare grafică a relațiilor (8) și (10) este prezentată în figura 5.

Aplicație. Se determină coeficientul de siguranță corespunzător unei probabilități de rupere $F=0{,}001$ (fiabilitatea $R=0{,}999$), pentru o garnitură de foraj solicitată axial cu tensiunea medie $\overline{S}=500$ N/mm² și domeniul de variație $S=\pm 300$ N/mm² ($s_S=S/6=100$ N/mm²), iar coeficientul de variație a rezistenței prăjinii este $c_{VR}=0{,}10$.

Coeficientul de variație a solicitării este :

$$c_{VS}=s_S/\overline{S}=100/500=0{,}20$$

Pentru $P=0{,}001$ se determină din tabelul 1, $\delta=3{,}09$ și apoi cu relația (10) se determină coeficientul de siguranță $c=1{,}84$. Soluția se deduce și grafic, în figura 5, corespunzător intersecției curbei $F=0{,}001$ cu dreapta ce unește valorile coeficienților de variație.

Metoda permite stabilirea coeficientului de siguranță necesar pentru asigurarea unei anumite fiabilități.

În cazul garniturii de foraj, elementele componente sînt solicitate diferit, determinat de pozițiile lor diferite în ansamblu, astfel încît se recomandă determinarea fiabilității fiecărui element la un moment dat, prin calculul degradării produse sub acțiunea solicitărilor variabile și al durabilității remanente probabile.

Calculul degradării cumulative prin oboseală necesită următoarele elemente :

a. distribuția solicitărilor exprimată prin funcția densității de probabilitate sau prin histograme care o aproximează;

b. curba de durabilitate (Wöhler) pentru piesele reale ;

c. aplicarea unei ipoteze de degradare cumulativă.

a. Tensiunea de tracțiune într-o prăjină de foraj, σ_t, se poate admite constantă, deoarece greutatea proprie a garniturii de sub prăjina respectivă nu se modifică substanțial. De asemenea, se admit constante tensiunile provenite din presiunea noroiului, p, și din momentul de torsiune, τ. Tensiunea medie a ciclului are deci expresia :

$$\sigma_{ech}^2=\sigma_t^2+\frac{3p^2}{[(D/d)^2-1]^2}+3\tau^2, \qquad (11)$$

în care D și d reprezintă diametrul exterior și interior al prăjinii de foraj.

b. Curbele de durabilitate pentru prăjinile de foraj și îmbinările filetate sînt prezentate în figura 3.

c. Conform criteriului de degradare Palmgren-Miner, acumularea degradărilor este liniară, în raport cu numărul ciclurilor de solicitare n_i, astfel încît degradarea cumulată are expresia :

$$D=\sum_{i=1}^{n}\frac{n_i}{N_i} \qquad (12)$$

în care N_i reprezintă durabilitatea la solicitarea cu amplitudine constantă σ_{ai}.

Unul din dezavantajele importante ale ipotezei de acumulare liniară a degradărilor constă în faptul că, aplicată în forma ei inițială, face abstracție de influența distructivă a amplitudinilor de tensiuni cu valori inferioare rezistenței la oboseală, conducînd astfel la supraestimarea durabilității. Această eroare sistematică poate fi diminuată prin prelungirea liniei Wöhler, reprezentată în coordonate dublu logaritmice, cu o linie fictivă în domeniul valorilor inferioare rezistenței la oboseală (fig. 6). Dacă se exprimă ecuația curbei Wöhler în forma uzuală :

$$N_i\cdot\sigma_{ai}^k=N_B\cdot\sigma_{-1}^k, \qquad (13)$$

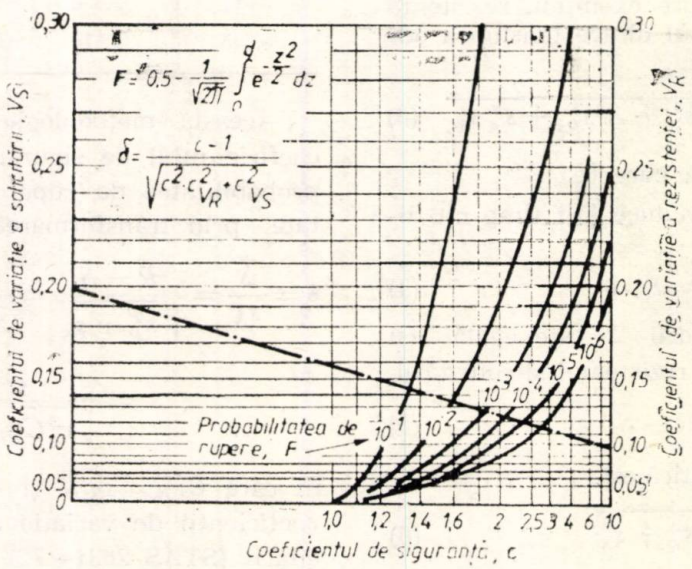


Fig. 5 Nomogramă pentru determinarea coeficientului de siguranță care asigură o anumită fiabilitate.

atunci ecuația curbei Wöhler fictive are expresia :

$$N_{fi} = N_B(\sigma_{ai}/\sigma_{-1})^{-(2k-1)} \qquad (14)$$

în care :

N_{fi} este durabilitatea la solicitarea cu amplitudinea σ_{ai} determinată pe linia fictivă;

σ_{-1} — rezistența la oboseală.

tor fiecărei valori $\sigma_{-1\,ech}$, se determină pe curba de durabilitate, sau cu relațiile (15) și (16), numărul de cicluri N_i, care este apoi înmulțit cu 0,8 pentru a considera efectul mediului coroziv. Pe baza relației (12), se determină degradarea produsă de fiecare treaptă de solicitare, cît și degradarea totală $D=0{,}3364$ (coloana 4).

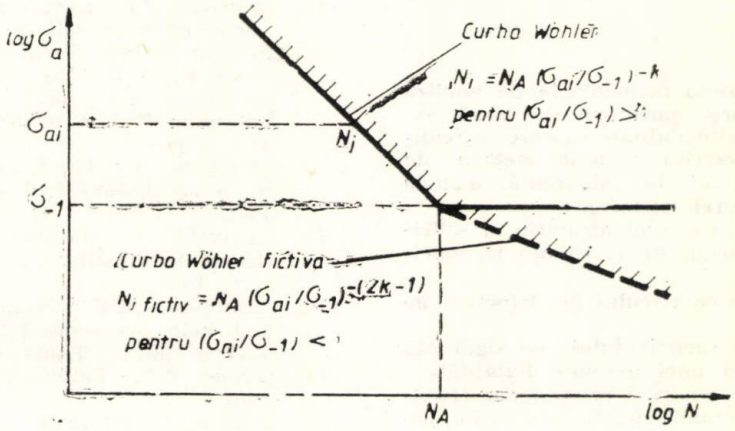


Fig. 6 Curba de durabilitate (Wöhler) modificată pentru calculul degradării cumulative.

Rezultă astfel expresia curbei de durabilitate a prăjinilor de foraj reale (fig. 3 b), în schematizările propuse :

$$N_i = 2\cdot 10^6(\sigma_{ai}/137)^{-5{,}236} \text{ pentru : } \sigma_{ai} > 137 \text{ N/mm}^2 \qquad (15)$$

$$N_i = 2\cdot 10^6(\sigma_{ai}/137)^{-9{,}472} \text{ pentru : } \sigma_{ai} < 137 \text{ N/mm}^2 \qquad (16)$$

în care σ_{ai} este tensiunea alternant simetrică, în [N/mm²].

Ținînd seama că fenomenul de oboseală este cumulativ, deteriorarea unei prăjini de foraj, solicitate printr-un număr determinat de trepte de solicitare, se va determina ca sumă a deteriorărilor fiecărei trepte. În tabelul 2 se exemplifică calculul degradării unei prăjini de foraj, solicitate static la tensiunea de tracțiune $\sigma_{ax} = 350$ N/mm², presiunea noroiului 100 barr și tensiunea tangențială $\tau = 30$ N/mm², datorită momentului de torsiune, peste care se suprapun tensiunile încovoietoare, alternant simetrice, a căror histogramă e redată în coloanele 1 și 2. Se determină întîi tensiunea axială echivalentă cu relația (11), avînd valoarea $\sigma_{ax} = 366$ N/mm². Considerînd că prăjina de foraj este grad G 105 ($R_m = 690$ N/mm²), se calculează tensiunea alteranant simetrică echivalentă solicitării asimetrice cu relația :

$$\sigma_{-1\,ech} = \sigma_a \frac{R_m}{R_m - \sigma_m} = \sigma_a \frac{690}{690-366} = 2{,}13\,\sigma_a,$$

obținînd valorile prezentate în tabelul 2, coloana 3 (R_m — rezistența la rupere). Corespunzător

Calculul degradării unei prăjini de foraj

Tabelul 2

σ_a [N/mm²]	n_i [cicluri]	$\sigma_{-1\,ech}$ [N/mm²]	$\frac{n_i}{N_i}$
10,07	150000	21,44	$9{,}43.10^{-8}$
23,86	80000	50,81	$3{,}20.10^{-5}$
37,64	50000	80,18	$6{,}06.10^{-4}$
51,43	30000	109,55	$3{,}75.10^{-3}$
65,22	10000	138,92	$7{,}07.10^{-3}$
79,01	7000	168,29	0,0112
92,80	5000	197,67	0,0157
106,59	2800	227,04	0,0158
120,38	2600	256,41	0,0247
134,17	2200	285,78	0,0331
147,96	1800	315,15	0,0410
161,75	1500	344,53	0,0499
175,54	1100	373,89	0,0517
189,32	800	403,27	0,0518
205,12	500	432,64	0,0437
216,91	300	462,01	0,0346
230,69	150	491,38	0,0224
244,48	70	520,75	0,0134
258,27	5	550,13	0,0121

$$D = \sum \frac{n_i}{N_i} = 0{,}3364$$

Rezultă că solicitările considerate au redus durabilitatea prăjinii de foraj cu 33,64%.

Probilitatea de bună funcționare în marșul următor (fiabilitatea elementului considerat) este de 66,36%.

Fiabilitatea garniturii de foraj se determină cu relația (1), pe baza fiabilităților determinate prin metodologia prezentată pentru fiecare din elementele sale componente.

Concluzii

1. În lucrare se prezintă metodologia de analiză a siguranței în exploatarea garniturii de foraj, exprimată prin nivelul de probabilitate cu care se realizează o durabilitate prescrisă. Față de metoda de determinare a coeficientului de siguranță, metoda analizată prezintă următoarele avantaje :

a. ia în considerare caracterul aleatoriu al solicitărilor și al caracteristicilor de rezistență la solicitări variabile ;

b. permite determinarea riscului de defectare pe o durată dată ;

c. permite stabilirea coeficientului de siguranță necesar pentru asigurarea unei anumite fiabilități.

2. Se prezintă datele de bază privind caracteristicile de rezistență și durabilitate, la solicitările variabile, ale elementelor componente ale garniturii de foraj, necesare calculului probabilității de bună funcționare.

3. Se propune o metodă de calcul al degradării cumulative a elementelor garniturii de foraj, pe baza ipotezei liniare de acumulare a degradărilor, modificată pentru a lua în considerare influența distructivă a amplitudinilor de tensiuni cu valori inferioare rezistenței la oboseală. Pe această bază se exemplifică calculul probabilității de bună funcționare în marșul următor.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Alterman, J.:* Drill stem fatigue damage control. Drilling DCW, may, vol. 33, nr. 8, 1972.

[2] *Bachman, W.S.:* Fatigue testing and development of drill pipe to tool joint connections. World Oil, Jan., 1951.

[3] *Cioclov, D.:* Rezistență și fiabilitate la solicitări variabile. Editura Facla, 1977.

[4] *Drujinin, G.V.:* Siguranța în funcționare a sistemelor. Editura tehnică, București, 1968.

[5] *Haibach, E.:* Modifizierte lineare Schadensakumulations — Hypothese zur Berücksichtigung des Dauerfestigkeitsabfalls mit fortschreitender schädigung. Techn. Mitteilungen nr. 50 70. Lab. für Betriebsfestigkeit, Darmstadt, R.F.G.

[6] *Hansford, J.E., Lubinski, A.:* Effects of drilling vessel pitch or roll on kelly and drill pipe fatigue. J. of Petr. Techn. Jan., 1964.

[7] *Hauk, V., Neber, R.:* Über die Haltbarkeit von Gestängerohren und die sie Beeinflussenden Faktoren. Erdoel u. Kohle, Erdgas, Petr., Apr. Mai, 1969.

[8] *Lubinski, A.:* Maximum permissible dog-legs in rotary doreholes. J. of Petr., Techn. 13, Feb., 1961.

[9] *Lubinski, A,:* Fatigue of range 3 drill pipe. Revue de l'Institute Français du Pétrole, Mars-Avr., 1977.

[10] *Nicholson, R.W.:* Minimize drill pipe damage and hole problems follow acceptable dog-leg severty limits. Trans. IADC, Mar., 12—14 1974.

[11] *Osgood, C.C.:* Fatigue design. Wiley-Interscience, 1970.

[12] *Rașeev, D., Ulmanu, V.:* Untersuchungen zur Dauerfestigkeit von Bohrstangen und Gestängeverbindern. Erdoel Erdgas, Dez. Heft 12, 99 Jg., 1983.

[13] *Rollins, H.M.:* Fatigue failure in drill pipe design. Drilling, 9, 1966.

[14] *Stulen, F.B., Schulte, W.C.:* The fatigue analysis of the Mohole drill pipe and associated problems. Report Nr. C—2951 of Curtiss-Wright Corp. Feb., 15, 1965.

[15] *Trishman, L.E.:* Methods for the improvement of drill-collar-joints evaluated by full-size fatigue tests. API Drilling and Prod. Practice, 1952.

[16] *Ulmanu, V.:* Contribuții la studiul racordurilor speciale sudate pentru forajul de mare adîncime. Teză de doctorat. Inst. de petrol și gaze, Ploiești, 1973.

CZ : 658.562 : 621.004.64

Investigațiile de avarie-metode noi de creștere a fiabilității

Fiz. Dan BALAȘIU – Intreprinderea de autocamioane Brașov

Prin fiabilitate înțelegem acea calitate a unui sistem (ansamblu sau dispozitiv) de a funcționa la parametrii preconizați un timp cît mai îndelungat. Sistemul „cade" (se defectează) în momentul în care el își pierde capacitatea de a îndeplini rolul funcțional pentru care a fost proiectat. O măsură a fiabilității o reprezintă chiar frecvența „căderilor" în funcționare. Cu cît frecvența căderilor este mai mare, fiabilitatea este mai redusă. Asta înseamnă, practic, cheltuieli materiale suplimentare, dictate de alcătuirea unui stoc de rezervă, mînă de lucru pentru reparații, sau, în cazuri mai grave, dereglarea unui sistem întreg. Avînd implicații economice directe și pe piața externă, problema creșterii fiabilității a căpătat în conjunctura actuală o importanță vitală.

Fiabilitatea poate fi influențată acționînd eficient în fazele de existență a unui sistem : faza de proiectare, de fabricație și de exploatare. Considerăm că faza de proiectare dispune de cele mai multe posibilități de creștere a fiabilității sistemelor. Astăzi, cînd progresul foarte rapid al tehnicii nu mai permite conce-

perea și proiectarea după metode intuitive sau de aproximări succesive, inginerul proiectant este obligat să se documenteze și asupra cauzelor care duc la avaria sistemelor, pentru a acționa eficient în sensul diminuării probabilității de repetare a accidentelor similare. Intenția lucrării este de a releva și sublinia importanța ce trebuie s-o joace analizele complexe de avarii în perfecționarea activității de proiectare. Investigațiile de avarie pot deveni un mijloc eficient de creștere a fiabilității, cu condiția ca regulile stricte de desfășurare a lor să fie cunoscute și respectate.

Înainte de a defini această activitate complexă, prezentăm, pe scurt, cu caracter introductiv, modul de declanșare și de evoluție a unei avarii.

Orice dispozitiv în funcționare este un sistem în permanență interacțiune cu mediul înconjurător.

Starea de funcționare, în condiții optime, se caracterizează printr-un set de parametri de sistem, care trebuie să se încadreze într-un anumit domeniu valoric (temperatura, presiunea unor lichide de lucru, nivelul de vibrații, rugozitatea unor suprafețe etc).

Modificările produse, de regulă, accidental, în mediul înconjurător, cum ar fi suprasolicitări mecanice, apariția unor agenți corozivi, gradienți mari de temperatură, produc local o dereglare a nvelului normal de funcționare; apar suprasolicitări ce modifică automat și parametri de sistem aferenți. Această „maladie" cuprinde treptat întreg sistemul, răspîndindu-se de-a lungul unor canale de transmisie specifice în sistem, „direcționate" de interdependența diferitelor subsisteme în funcționare.

După un timp de funcționare, în regim anormal, se declanșează avaria; punctul de rezistență minimă cedează, antrenînd după aceea defectarea întregului sistem. Timpul de funcționare a sistemului și mecanismele prin care se dereglează acesta depind de intensitatea, natura și modul de acțiune a agentului perturbator. Regimul de funcționare anormală fiind caracterizat de valori abătute ale parametrilor de sistem, o primă măsură de a preveni defectarea lui este urmărirea sistematică a parametrilor semnificativi și intervenția rapidă în cazul sesizării unor abateri. După [1], urmărirea acestora se poate realiza fie pe sistemul în funcționare, „analize în linie" și constă în măsurarea nivelului de vibrații, de tensiuni, temperaturi, emisii acustice etc., fie pe sistemul în repaus „analize out-line" constînd din analiza fizico-chimică a depunerilor de suprafață, a fluidelor de lucru, a impurităților, măsurarea cotelor, controlul nedistructiv de suprafață etc. Studiul sistematic pe standurile de încercări poate releva relații importante între diferitele regimuri de suprasolicitări și modificarea parametrilor de sistem, astfel că se pot trage concluzii privind efectul unor agenți perturbatori asupra comportării sistemelor în funcționare (timp de viață, defecte secundare, mecanisme de avarie). Vrem să acordăm spațiu mai larg acelor analize de sistem „out-line", analizele de avarie a unor sisteme care, funcționînd în regim anormal un timp prea îndelungat, s-au distrus.

Prin analiză de avarie înțelegem acea activitate care, plecînd de la înregistrarea ei, duce — în final — la precizarea cauzelor primare care au declanșat avaria și a implicațiilor pe care aceasta le are asupra celorlalte componente, precum și la indicarea unor recomandări de prevenire a unor astfel de accidente.

Experiența a arătat că, în general, avariile nu se produc sub influența unui singur factor perturbator, ci mai mulți factori conlucrează și creează o situație critică de limită care declanșează avaria. Complexitatea analizelor de avarie rezultă tocmai din dificultatea de a izola factorul cu ponderea cea mai ridicată în producerea defecțiunii.

Analizele de avarii nu trebuie să se rezume doar la analize de laborator. Abaterile de la compoziția chimică (o duritate depășită) nu sînt întotdeauna factorii primari care inițiază avaria. Pentru depistarea cauzei primare, trebuie desfășurată o investigație amplă, în care analistul combină informații din diferite domenii de specialitate (metalurgie, rezistența materialelor, organe de mașini etc) cu datele de teren și laborator, pentru a-și crea o imagine a modelului de desfășurare a avariei.

După [2], surse potențiale de avarie sînt : proiectarea, materialul, fabricația, exploatarea.

Proiectarea

O proiectare necorespunzătoare (calcul de rezistență eronat, geometrii neadecvate aplicației respective etc.) au ca efect suprasolicitarea componentelor și defectarea prematură a acestora.

Tot de proiectare ține și alegerea materialelor, a lubrifianților, care trebuie făcută ținînd cont de condițiile reale d explicatare. Operațiile de îmbunătățire și remanierile trebuie bine pregătite. O reparație prin sudură, efectuată necorespunzător, poate avea efecte secundare dăunătoare, contrare celor urmărite.

Materialul

Contrar unor păreri, procentul de avarii, care au la bază defecte de material este redus (max. 10%). Defectele interne de material (retasuri, porozități, neomogenități structurale, segregații) pot afecta rezistența materialului fie prin amorsarea fisurilor de oboseală pe aceste defecte, fie prin reducerea secțiunii de rezistență.

Fabricația

Operațiile tehnologice, deformările, tratamentele termice prelucrările pot genera o serie de defecte (fisuri, crăpături, tensiuni remanente, abateri de geometrie) care pot afecta durabilitatea sistemelor în exploatare. În cadrul fabricației, o importantă sursă potențială de avarii este operație de montaj. Foarte multe defecțiuni au la bază montaje necorespunzătoare (reglaje, prea strînse, dezalinieri, strîngeri sub moment, impurități în canale de ungere etc.), care duc la fenomene de gripaj, oboseală prematură, deformări. Transportul uzinal neglijent, depozitarea în condiții necorespunzătoare pot produce, de asemenea, defecte (fisurări prin lovire, pitting de coroziune), minore la prima vedere, dar care se pot amplifica în exploatare.

Exploatarea

Exploatarea este acea etapă din existența unui sistem, în care se testează calitățile sale, prin suprasolicitările pe care le introduce. Acestea se nasc din modificări ale mediului ambiant sau din manevre necorespunzătoare.

Reviziile periodice și reparațiile aparțin unui regim de exploatare adecvat și duc la prelungirea vieții unui sistem.

Tehnica de investigare a avariilor este formată dintr-un șir de etape „lanțul logic" al investigației. Eliminarea unei etape duce la periclitarea întregii investigații. Surse autorizate [2, 3] dau diferite „rețete" în ceea ce privește etapele unei analize de avarii. Propunem următoarea desfășurare, bazată pe experiența acumulată în laboratoarele noastre.

Înregistrarea avariei. Este etapa de o importanță vitală pentru reușita analizei. Înregistrarea ei ar trebui făcută la fața locului de către analist, care, din dialogul cu martorii oculari, trebuie să adune toate datele posibile în legătură cu condițiile în care s-a produs avaria. Pe de altă parte, specialistul prezent la fața locului poate selecta probele cele mai concludente, evitîndu-se astfel aducerea la analiză a unor fragmente nesemnificative sau a unor probe care prezintă deteriorări secundare. Este etapa în care trebuie adunate date și detalii asupra : condițiilor de exploatare a reparațiilor anterioare, a frecvenței de apariție a defecțiunii, a defectării altor piese. De asemenea, se recomandă efectuarea, în această fază, de schițe, fotografii, rapoarte care să rețină detalii ce pot dispărea în cursul analizelor.

Planul de acțiune. Este etapa în care, după înregistrarea datelor din examinarea preliminară, se stabilesc obiectivele analizelor de laborator. Elaborarea acestui plan de acțiune trebuie făcută cu multă atenție, pentru a nu se emite analize care, după deteriorarea fragmentelor, nu se mai pot face.

Documentarea. Această fază presupune o activitate de informare asupra modului de funcționare a reperului respectiv : angrenajul din care face parte tipul solicitărilor la care este supus, în condiții normale și intesitatea lor. De asemenea, trebuie cunoscut întregul lanț de operații prin care trece piesa respectivă, pînă ajunge și starea finală. Planul de operații, precum și documentația de ultimă oră ce reglementează condițiile tehnice ale piesei sînt absolut necesare.

Prelevarea probelor. După etapele mai sus amintite, pregătitoare, începe secționarea piesei prelevîndu-se eșantioane pentru analizele de laborator. Probele trebuie prelevate din zone relevante pentru avaria în studiu, avîndu-se grijă ca prin secționare să nu se deterioreze suprafețe de rupere sau să se încălzească probele.

Analize de laborator. Analizele de laborator vor da o imagine asupra calității piesei respective. De regulă, analizele uzuale de laborator, folosite în cazul de avarie, sînt : examinarea macroscopică, analiza chimică, analiza metalografică, încercări mecanice, control nedistructiv. Rezultatele analizelor vor fi adunate de către analist, care trece la interpretarea lor. În analizele de avarii s-au impus, în ultimul timp, aplicațiile microscopiei electronice (interpretarea suprafețelor de rupere), analiza chimică cu microsonda electronică, analiza stărilor de tensiune cu ajutorul radiației X, metode care măresc posibilitățile de investigare completînd volumul de informații furnizate de materialele analizate. Interpretarea rezultatelor acestor analize este însă mai greoaie, fiind asigurată de specialiști în acest domeniu.

Sinteza. Etapa de sinteză reprezintă punctul culminant al unei analize de avarii. Pus în fața rezulatelor de analiză de laborator, specialistul trebuie să interpreteze rezultatele, să le combine cu datele de teren și, în final, să tragă o concluzie precizînd cauza principală care a produs avaria. Sinteza rezultatelor de analiză este o problemă delicată, care cere o anumită experiență și imaginație din partea specialistului (de exemplu : abaterile de la documentație nu sînt întotdeauna motive care au declanșat avaria. Aceste abateri trebuie privite în cadrul condițiilor reale de exploatare). Este esențial ca, în etapa de sinteză, analistul să încerce să reproducă, pas cu pas, evoluția avariei, ca o înlănțuire logică, susținută de argumente ferme date de rezultatele de laborator și informațiile de teren. Este foarte posibil ca nu toate datele acumulate să fie utile. Specialistul trebuie să discearnă care îi sînt necesare și care nu. În momentul în care reconstituirea nu este logic motivată, se creează

situații neclare, ambigue; lipsa de informații va declanșa un fenomen de „feed-back", analistul fiind obligat să ceară date suplimentare din documentare sau de pe teren, să consulte date din experiența anterioară stocate în fișe, albume, cataloage. Sînt cazuri în care analistul cere analize suplimentare, probe suplimentare, care să-i furnizeze datele ce îi lipsesc din lanțul logic al desfășurării avariei.

Analize suplimentare. Sînt efectuate la sugestia specialistului. Aceste analize pot să cuprindă : reproducerea în laborator de tratamente termice, încercări mecanice speciale, tranzacții ductil-fragil, controlul tensiunilor remanente, simulări pe bancul de probă etc.

Concluzii, recomandări

Etapa de sinteză se finalizează cu o concluzie care trebuie să conțină, pe cît posibil, cauza primară care a declanșat avaria. Buletinul, sau referatul final trebuie să conțină, de asemenea, recomandări pentru prevenirea în continuare a acestor accidente. Aceste referate de analiză pot constitui baza unei bănci de date care îmbogățește experiența în acest domeniu.

Ele constituie, de asemenea, surse de documentare și informare pentru inginerii proiectanți, crescînd eficiența activității de proiectare și de concepție a unor instalații și dispozitive cu fiabilitate ridicată.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Pessa, G.* : „H. Giornale della Prove non Distruttive" 1984, Nr. 2, pag. 46—47.

[2] x x x : „Metals Handbook" — ASM, ediția a 8-a, vol. X. pag. 1—9.

[3] *Kugler, H., Schmidt, E., Kober, A.* : „Praktische Matallographie", 1978, Nr. 12, pag. 60—70.

CZ : 338.063.41 : 658.562

Costurile calității — o importantă resursă economică

Ing. Radu **MOȚOIU**, ec. Gheorghe **IOSUB** — I.C.T.C.M., București

Ritmul alert în care „aleargă" progresul tehnic impune un ritm le fel de alert în realizarea calității. Acest lucru este determinat — în mod firesc, proporțional — și de sporirea cerințelor beneficiarilor. Satisfacerea, in tot mai bune condiții, a acestor cerințe impune studierea lor aprofundată și cu maximă responsabilitate utilizînd cele mai moderne și eficace metode care să permită producătorului adaptarea flexibilă și din mers a sistemului tehnic de care dispune.

Sensul actual în care se manifestă conceptul de calitate — aptitudinea unui produs sau serviciu de a satisface o necesitate socială concretă — dă noi dimensiuni relației „beneficiar — producător". Reducînd aria de interese ale celor doi factori este suficient să arătăm că, pentru a defini și a realiza calitatea, beneficiarul trebuie „să știe ce vrea" pentru a „ști ce să ceară", iar producătorul trebuie să „știe cum să facă" pentru a putea oferi „ce se cere". Impreciziile în definirea acestor elemente conduc la noncalitate, în sensul neadaptării la cerințele efective.

În aceste condiții, calitatea capătă caracter obligatoriu și are drept consecință unele mutații pe planul funcțiilor de conducere și organizare. Apare un ansamblu complex de probleme care au la bază relația de dualitate „proces — produs" și care se cer soluționate încă din faza de concepție. În aceasta constă esența „asigurării calității". La rîndul ei, soluționarea problemelor calității trebuie făcută gradual, avîndu-se în vedere atît imperativele de moment, cît și elementele care compun „planificarea calității" și strategia de urmat pentru atingerea obiectivelor pe termen scurt și lung. Acestea din urmă, fiind elemente fundamentale ale conducerii și organizării oricărui sistem de asigurare a calității, trebuie determinate științific pentru a înlătura orice dubiu referitor la nivelul calității produsului respectiv. Asigurarea calității impune adoptarea unei atitudini flexibile față de evoluția sa în timp, avîndu-se în vedere caracteristicile diferitelor piețe de desfacere. De asemenea, este necesară investigarea permanentă a viitorului, pentru a oferi beneficiarilor numai produse care să răspundă nevoilor lor.

Care este măsura calității ? Acestei întrebări i s-au dat multiple răspunsuri, corespunzător complexității fenomenului. Este de reținut, în sensul prezentei analize, că „pierderile prin noncalitate" pot fi considerate o măsură adecvată, ilustrînd, din punct de vedere financiar, gradul în care resursele sînt transformate în produse și servicii utile. Unii producători ar fi tentați să creadă că obligativitatea calității presupune înregistrarea unor cheltuieli oricît de mari în contul calității. Acest lucru poate avea suport real în cazul produselor cu destinație specială (centrele nuclearo-electrice, con-

structii aerospațiale, construcții de nave etc.), caz în care aspectele privind siguranța în funcționare, securitatea și șansa maximă de reușită dezechilibrează vizibil balanța „calitate-cost" (fig. 1).

Alura curbei din figura 1 sugerează ideea că optimul economic nu se situează la calitatea maximă, fiind economic justificată admiterea

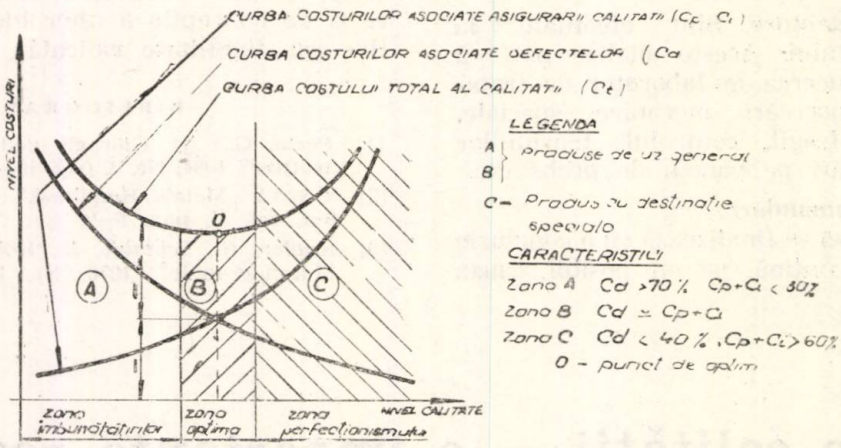


Fig. 1 Zone în relația „CALITATE—COST".

unui procent rezidual de noncalitate. În ultima vreme s-a constatat că datorită epuizării sau accesului limitat la unele resurse, optimul economic se situează într-o zonă mult mai apropiată de calitatea maximă, decît s-a presupus inițial (evident, funcție de produs și de natura noncalității). Automatizarea fabricației, de exemplu, are un efect similar, deoarece prin păstrarea riscurilor de noncalitate într-un punct al fluxului tehnologic nu se obține decît apariția mai rapidă și într-un volum sporit a nonconformității, cu efecte negative amplificate pe fluxul tehnologic, în aval de punctul respectiv, cît și nemulțumirea mai rapidă a unui număr mai mare de consumatori. Este de reținut în acest sens, deviza firmei Citroen (Franța) : „calitatea costă dar lipsa ei costă și mai mult".

În sistemul de asigurare a calității, acționează principiul — recunoscut — potrivit căruia prevenirea apariției defectelor este mai eficientă economic, decît constatarea acestora și separarea produselor corespunzătoare de cele necorespunzătoare calitativ.

O imagine concretă a relației dintre sistem și costuri este prezentată în figura 2, unde trecerea de la un sistem simplu, la un sistem complex de control este condiționată de evoluția cerințelor și unde punctul de optim urmează ecuația unei drepte. Cu cît este mai mică panta, cu atît sistemul este mai eficient, în sensul că la o creștere minimă a costurilor de prevenire apare o creștere substanțială a nivelului calității produsului considerat. Practic, acesta este un deziderat care se constituie ca obiect de studiu în subsistemul de gestiune a costurilor calității, al cărui instrument operativ, generator de programe de îmbunătățire, este „metodologia de determinare și urmărire a evoluției costurilor calității", generalizată la nivelul M.I.C.M. și în curs de aplicare și la alte ministere din economia națională.

Ideea determinării și urmăririi evoluției costurilor calității are la bază observația că aceste costuri sînt, uneori, ca ordin de mărime, apropiate de cel al beneficiului unei întreprinderi. Prin urmare, costurile calității reprezintă

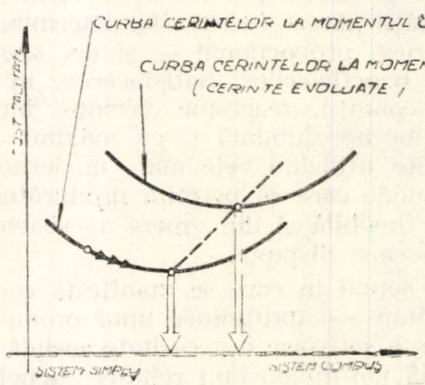


Fig. 2 Relația dintre sistem și costuri.

o sursă potențială de maximizare a beneficiului prin măsuri de ordin intern. Se are în vedere faptul că, într-o întreprindere, apare o serie de cheltuieli evitabile ocazionate de „construirea calității", că sursa acestor cheltuieli evitabile o constituie defectele (fig. 3) și că investițiile făcute pentru realizarea programelor de corecție a defectelor au o bună rentabilitate.

Aplicarea unor măsuri concrete de îmbunătățire a calității are efecte în planul reducerii cheltuielilor evitabile, ceea ce conduce la ame-

liorarea indicatorului „cheltuieli de producție la 1000 lei producție marfă". În acest sens, un exemplu poate fi relevant.

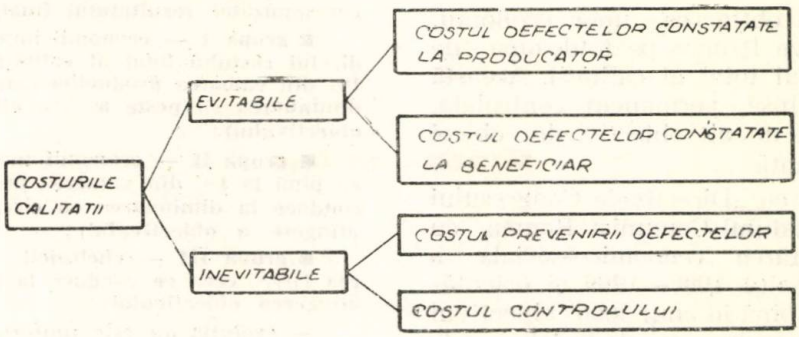


Fig. 3 Structura costurilor calității.

O întreprindere constructoare de mașini a înregistrat la nivelul anului 1985, în contul defectelor constatate la producător, suma de 6.200 mii lei. La valoarea producției marfă realizată de întreprinderea respectivă pe anul 1985, cifra de mai sus înseamnă 5 lei cheltuieli cu rebuturile și remanierile la 1000 lei producție marfă. E mult sau e puțin ? Numai întreprinderea respectivă poate da un răspuns la această întrebare prin urmărirea curbei de evoluție pe o perioadă dată a „costului defectelor constatate la producător".

Cert e că reducerea, cu numai 1 leu, a cheltuielilor cu rebuturile și remanierile ar însemna, pentru întreprinderea analizată, beneficii suplimentare în valoare de 1240 mii lei la nivelul unui an și pentru aceeași valoare a producției marfă.

Și totuși s-ar putea pune întrebarea : este costul calității un factor de variabilitate a indicatorului" cheltuieli de producție la 1000 lei producție marfă" ?

Cuantificarea relației dintre optimizarea costurilor calității și reducerea cheltuielilor de producție la 1000 lei producție marfă este posibilă numai pe baza unei analize în timp, sprijinită pe datele furnizate de gestiunea calității. Din studiul factorilor care concură la reducerea cheltuielilor la 1000 lei producție marfa se constată că o pondere de 50% o au factorii din zona calității. Peste 80% din costurile asociate acestor factori se regăsesc în bilanțul costurilor calității. Constatarea reprezintă o confirmare a faptului că, într-adevăr, costul calității constituie o resursă de reducere a indicatorului menționat.

Sistemele complexe din categoria cărora face parte și „costul calității" pot avea mai multe forme de evoluție (fig. 4) urmînd legi descrise de ecuații neliniare.

Fără a intra în detalii referitoare la relațiile existente între formele de evoluție și limitele resurselor, se precizează că, în cazul studiului costurilor calității și al resurselor de optimizare a acestora, cea mai reală este curba de dezvoltare în „S", care sugerează existența și exploatarea unei resurse finite.

Această alură de curbă a rezultat în urma analizelor efectuate la I.C.T.C.M. București, referitor la evoluția costurilor calității. Se face precizarea că au fost observate curbe avînd și alte aluri, în funcție de perioada de observare și de atitudinea întreprinderii față de costurile calității. Intre alura curbei și economiile realizate există o relație de proporționalitate ; cu cît suprafața cuprinsă între curbă și axa timpului este mai mare, cu atît economiile realizate sînt mai mari. De aici se poate trage concluzia că nici-o resursă nu trebuie neglijată atunci cînd se pune problema creșterii „ariei economiilor" și că acest obieictiv poate fi atins prin scurtarea perioadei inițiale, de evoluție lentă (pantă mică), deplasîndu-se ramura abruptă a curbei spre originea axei timpului.

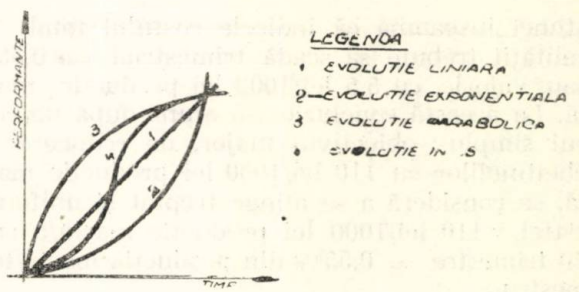


Fig. 4 Curbe de evoluție

Aceasta echivalează cu o accelerare a aplicării măsurilor de reducere a costurilor noncalității (acțiune greu de înfăptuit uneori), cu o selectare a măsurilor în raport cu eficiența lor. Ierarhizarea periodică (la 1....2 ani) a pierderilor prin noncalitate conduce la luarea și aplicarea, în timp, de noi măsuri menite să diminueze costurile calității, fenomen întrucîtva asemănător cu acela de reînnoire a resurselor.

Aceste succinte considerente sînt necesare pentru orientarea analizei, prin trasarea curbei de evoluție a subsistemului reprezentat de

costul calității, prin cumularea „indicelui costului total al calității" obținut în perioade succesive și compararea acestei evoluții cu obiectivul propus.

Fiind vorba de obținerea unor economii, obiectivul propus va fi aproape totdeauna de „reducere a costului total al calității. Această reducere trebuie, însă, permanent controlată, prin comparare cu un alt obiectiv, de obicei major ca importanță.

În conformitate cu „Directivele Congresului al XIII-lea al Partidului Comunist Român cu privire la dezvoltarea economico-socială a României în cincinalul 1986—1990 și orientările de perspectivă pînă în anul 2000" obiectivul major îl constituie reducerea cheltuielilor la 1000 lei producție marfă cu 110 lei. Presupunîndu-se că acest obiectiv s-ar atinge numai pe seama reducerii costului total al calității,

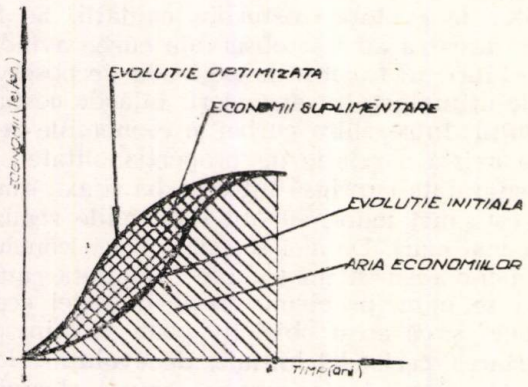


Fig. 5 Sporirea economiilor prin scurtarea perioadei de evoluție lentă.

atunci înseamnă că indicele costului total al calității trebuie să scadă trimestrial cu 0,55% sau, valoric, cu 5,5 lei/1000 lei producție marfă. La această concluzie s-a ajuns după un calcul simplu : obiectivul major, de reducere a cheltuielilor cu 110 lei/1000 lei producție marfă, se consideră a se atinge treptat și uniform, astfel, 110 lei/1000 lei producție marfă/5 ani, 20 trimestre = 0,55% din producția marfă/trimestru.

Din studiile efectuate asupra rezultatelor obținute — pe linia gestiunii costurilor calității — și raportate succesiv, timp de șase trimestre, de întreprinderi din ramura construcțiilor de mașini, s-au desprins următoarele **concluzii** :

— gruparea întrepinderilor în trei categorii, corespunzător rezultatului final, astfel :

■ grupa I — economii importante (reducerea indicelui costului total al calității cu mai mult de 1% din valoarea producției marfă, ceea ce conduce la diminuarea cu peste 80% a efortului de atingerea obiectivului) ;

■ grupa II — economii modeste (reducerea I_{CTC} cu pînă la 1% din valoarea producției marfă ceea ce conduce la diminuarea cu circa 10% a efortului de atingere a obiectivului) ;

■ grupa III — cheltuieli suplimentare (creșterea I_{CTC}, ceea ce conduce la majorarea efortului de atingerea obiectivului) ;

— evoluția nu este uniformă, continuitatea acesteia fiind afectată de apariția unor factori perturbatori, în special din zona „costului defectelor constatate la producător" și cea a „costului defectelor constatate la beneficiar", cu precădere pentru întreprinderile din grupa III ;

— scăderea dispersiei rezultatelor odată cu creșterea perioadei de observare denotă că eficacitatea analizei depinde de consecvența cu care se urmărește evoluția sistemului în timp, subliniindu-se odată în plus rolul efectuării analizelor lunare și luării măsurilor de corecție operative pentru a ține sistemul sub control ;

— metodologia de determinare și urmărire a evoluției costurilor calității este oportun a fi adăugată metodelor actuale de analize tehnico-economice, întrucît evidențiază resursele sistemului folosit, respectiv semnalează din timp nevoia perfecționării acestuia în scopul măririi resursei potențiale, atunci cînd resursa respectivă se apropie de epuizare.

Costurile calității constituie o importantă resursă de reducere a cheltuielilor la 1000 lei producție marfă. În funcție de evoluția costurilor calității, efortul unei întreprinderi privind reducerea cheltuielilor la 1000 lei producție marfă poate fi sensibil diminuat sau majorat. Optimizarea nivelului calității cu nivelul costurilor aferente conduce, în toate cazurile, la diminuarea efortului. Trebuie, însă, avută în vedere, permanent, corelarea acestei acțiuni cu acțiunile și măsurile din alte programe (de creștere a productivității muncii, de modernizare etc.) sporind astfel șansele de atingere și chiar de depășire a obiectivului de reducere a cheltuielilor la 1000 lei producție marfă prevăzut în Directivele Congresului al XIII-lea al P.C.R.

CZ : 338.063.41 : 629.119

Disponibilitatea autovehiculelor și costurile exploatării

Ec. Elena **DOVAL** – Intreprinderea de Autocamioane Brașov

Avînd în vedere faptul că în Directivele Congresului al XIII-lea al P.C.R. se înscrie, în mod expres, sarcina asigurării creșterii duratei și siguranței în funcționare ale produselor, iar în Programul privind îmbunătățirea nivelului tehnic și calitativ al produselor pe perioada 1983—1985 și în etapa următoare pînă în 1990, la indicațiile date de tovarășul Nicolae Ceaușescu, Secretarul General al Partidului, Plenara C.C. al P.C.R. din 14—15 noiembrie 1983 a preconizat ridicarea indicelui de disponibilitate la fabricația de autovehicule la 77 — 93%, în această lucrare se subliniază necesitatea costurilor exploatării autovehiculelor, astfel ca investiția făcută de beneficiar să fie eficientă, ținînd cont de influența pozitivă a acestor costuri asupra disponibilității, în limita optimului economic.

Introducere

Desigur că orice beneficiar, atunci cînd achiziționează un produs, ar dori să-l poată utiliza un timp cît mai îndelungat, fără a interveni în vreun fel sau fără a cheltui vreun efort. Acest lucru însă nu este posibil la produsele reparabile și, în special, la produsele complexe cum sînt autovehiculele (autocamioane, autobuze, automobile).

Orice produs reparabil este caracterizat printr-un lanț de cel puțin două verigi și anume : o verigă de defecte accidentale, care urmează o lege de repartiție exponențială și o verigă de defecte sistematice, care urmează, în general, o lege de uzură, de tip normal.

Momentul pînă la care acționează legea defectelor accidentale marchează limita superioară a vieții utile a produsului. Conform graficului din figura 1, legea defectelor sistematice micșorează rapid durata de viață a produsului, Pentru a se prelungi perioada în care fiabilitatea produsului, influențată de legea defectelor sistematice, se menține în jurul valorii maxime, sînt necesare operații planificate de întreținere, ceea ce împiedică intrarea produsului în domeniul său de uzură. Aceste acțiuni, în corelație cu cele de înlăturare a defectelor accidentale (prin reparații, înlocuiri de piese), sînt numite acțiuni de mentenanță.

Asigurarea unei fiabilități, ridicate, prin proiectare, producție și control, combinată cu asigurarea unei politici de mentenanță corespunzătoare, poate duce la o disponibilitate ridicată a produselor, în condițiile unor costuri optime.

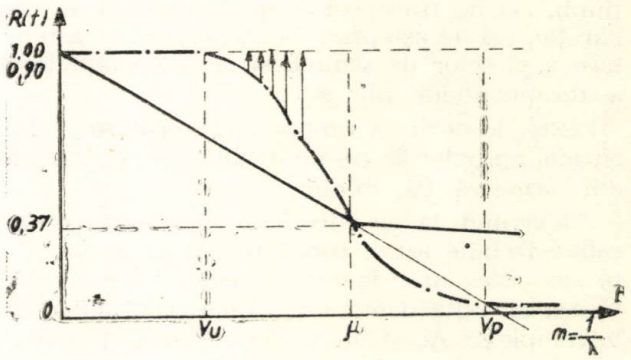


Fig. 1 Graficul funcției de fiabilitate,

— • — = fiabilitatea determinată de defecte sistematice;
——— = fiabilitatea determinată de defecte accidentale ;
↑↑↑ = acțiuni de mentenanță;
V_u = viața utilă;
μ = durata medie de viață;
V_p = viața practică

Condițiile asigurării disponibilității

Metodele științifice de exploatare cuprind procedee fundamentate de pregătire a produselor pentru utilizare, de efectuare a lucrărilor de întreținere și a reparațiilor și alte măsuri de asigurare a disponibilității produselor, ceea ce permite prevenirea defecțiunilor și creșterea duratei de viață a produselor ; aceste metode completează efortul furnizorului.

Trebuie, astfel, satisfăcute următoarele condiții :

- **fiabilitate,** realizată în fazele de :
  - — concepție : prin parametri tehnici, accesibilitate, facilități de demontare și montare, interschimbabilitate ;
  - — fabricație : prin conformitate, subansamble și materiale de calitate, procese tehnologice superioare, personal calificat ;
  - — control : prin competență, exigență, calificare.
- **exploatare corespunzătoare și mentenanță preventivă și corectivă,** realizate prin:
  - — respectarea instrucțiunilor de exploatare ;
  - — calificarea conducătorilor auto ;

— revizii programate și lucrări de întreținere ;
— detectarea defectului, diagnosticare și repunere în funcțiune ;
— mijloace materiale (aparatură, piese schimb, mijloace de transport, ateliere) și umane (personal selectat și bine calificat).

O problemă importantă o constituie timpul de mentenanță, care este un timp de imobilizare și este compus din timpul de remediere propriu-zisă, timpul de diagnosticare a defecțiunii, cel de transport la și de la locul de reparație, cel de așteptare la atelier, cel de așteptare a pieselor de schimb și cel de completare a documentelor aferente.

Este de dorit ca timpul de remediere să fie cît mai apropiat de cel de imobilizare, iar acesta din urmă să fie minim.

Revenind la accesibilitate, produsele reparabile trebuie astfel concepute, încît să permită un acces ușor la orice parte componentă, fără a necesita demontarea unei părți adiacente complexe. Acest lucru trebuie avut în vedere (în special) la acele părți componente, la care uzura acționează mai rapid decît la ansamblul general. Pentru aceste componente, devine foarte necesară prevederea — din timp — a rezervelor de piese de schimb, pentru ca, în caz de cădere, acțiunea de mentenanță să se reducă doar la acțiunea de înlocuire a componentei defecte.

Dacă valoarea componentelor cu uzură ridicată este comparabilă cu costul de achiziție a produsului, este preferabil ca la nivel de concepție, să se pretindă proiectantului o tehnologie superioară, care să reducă gradul de uzură a acestora.

Disponibilitatea pentru timp restrictiv de mentenanță

Considerăm un proces în care un autovehicul a funcționat un timp aleator t'_i, s-a defectat și a fost remediat în timpul aleator t''_i, apoi a funcționat un timp t'_i, s-a defectat și a fost remediat în timpul t''_i. În acest caz, t'_i și t''_i sînt variabile aleatoare independente și sînt teoretic distribuite cu legea :

$$P(t'_i < t) = F(t) \text{ și} \qquad (1)$$

$$P(t''_i < t) = M(t) \qquad (2)$$

Dar,

$$F(t) = 1 - R(t) \qquad (3)$$

unde:

R (t) — funcția de fiabilitate;
F (t) — funcția defectelor sau de nonfiabilitate;
M (t) — funcția de mentenanță.

În urma rezultatelor testărilor efectuate pe selecții ale timpilor de mentenanță pentru autocamioane de toate tipurile, rezultă că :

$$M\ (t) = 1 - \exp.\ (\mu t) \qquad (4)$$

Graficul mentenanței, ca funcție de timp, are alura curbelor din figura 2. Cînd t crește, posibilitatea ca acțiunea de mentenanță să fie

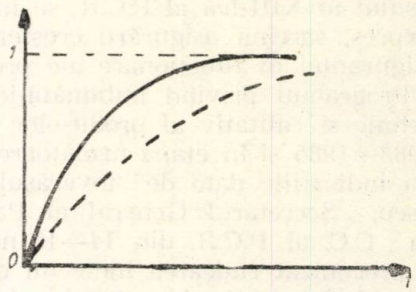


Fig. 2 Graficul mentenanței ca funcție de timp.
—— = funcția de mentenanță pentru timp de reparații;
– – – = funcția de mentenanță pentru timp de imobilizare;

dusă la bun sfîrșit crește (derivata este pozitivă, iar $\lim M(t) = 1, t \to \infty$ adică în suficient orice defecțiune poate fi remediată. În timp egal t, rata de mentenanță mai mare (media timpului de remediere mai mică) implică o probabilitate mai mare de a efectua o acțiune de remediere. Rezultă, de asemenea, diferența dintre mentenanța calculată pentru timpul de remediere și timpul de imobilizare.

În ecuația de definiție a mentanenței, timpul poate fi interpretat ca o normă, o cerință a misiunii de lucru. Atunci t este timpul maxim permis pentru a readuce în funcțiune un autovehicul, sau „timp restrictiv de mentenanță". În acest caz, t fiind dat, M devine o constantă de forma :

$$M = 1 - \exp.\ (-b), \text{ unde } \mu t = b, \qquad (5)$$

adică, aceeași mentenanță se poate obține atît pentru un timp restrictiv mare și o medie a timpilor de mentenanță, mare, cît și pentru un timp restrictiv mic și o medie a timpilor de mentenanță, mică.

Acest sistem de timpi restrictivi duce la eliminarea valorilor exagerate sau cel puțin la izolarea lor.

O asemenea măsură nu este însă eficientă, atîta timp cît timpul de remediere este mărit de un timp de nefuncționare, care se datorează unor cauze străine de caracteristicile autocamionului, în special lipsa pieselor de schimb.

Ponderea stării de funcționare și a stării de nefuncționare a autovehiculului, datorate efectului combinat al fiabilității și al mentenanței în timp restrictiv, este caracterizată de disponibilitatea în timp restrictiv, ceea ce înseamnă probabilitatea ca produsul să fie în stare de bună funcționare la momentul T, ca efect al supraviețuirii și ca rezultat al acțiunilor de mentenanță îndeplinite în timpul restrictiv t.

Disponibilitatea în timpul T este:

$$A\ (T)=1\ -\ U\ (T), \tag{6}$$

unde $U\ (T)$ — indisponibilitatea

și $$U\ (T)=[1\ -\ M\ (t)]\cdot[1\ -\ R\ (t)] \tag{7}$$

În ipoteza independenței repartițiilor timpilor de remediere și de funcționare,

$$A(T)=\left[(1-\exp.(-\mu t)\left(1-\exp.\left(\frac{T}{\eta}\right)\beta\right)\right], \tag{8}$$

dacă $R\ (t)$ urmează o repartiție Weibull a timpilor de funcționare.

Odată cu creșterea timpului restrictiv, crește și disponibilitatea, astfel că:

$$\lim_{t\to\infty}\left[(1-\exp.(-\mu t)\left(1-\exp.-\left(\frac{T}{\eta}\right)\beta\right)\right]=1 \tag{9}$$

Nu interesează disponibilitatea pentru un timp de mentenanță infinit, ci numai pentru un timp limitat. Odată cu creșterea timpului, disponibilitatea se realizează, din ce în ce mai mult, pe seama mentenanței, iar probabilitatea de supraviețuire tinde spre zero. Acest fapt este evidențiat de graficul din figura 3, reprezentînd disponibilitatea pentru timp de remediere și timp de imobilizare.

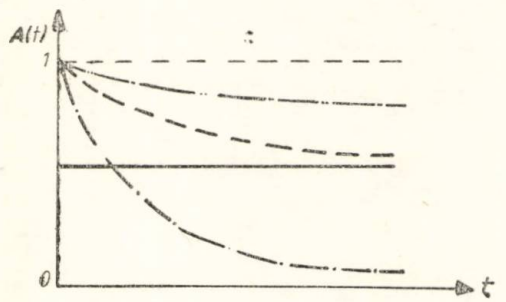


Fig. 3 Graficul funcției de disponibilitate.
—·—·— = disponibilitatea pentru timp de remediere;
— — — = diponibilitatea pentru timp de imobilizare;
—— = mentenanța pentru timp restrictiv;
—•— = probabilitatea de supraviețuire.

Aspecte ale costului exploatării

Între disponibilitate și costul asigurării acesteia există o relație directă. În timp ce costul fiabilității reprezintă, pentru beneficiar, un cost constant, care de cele mai multe ori se confundă cu costul de achiziție, costul mentenanței și mai exact costul exploatării este un cost variabil, în general, crescător.

Perioada de utilizare a autovehiculului ar trebui să se încheie în momentul în care cheltuielile de exploatare depășesc un anumit prag, cînd, pentru beneficiar devine mai rentabilă cumpărarea unui autovehicul nou. În costul exploatării sînt incluse costurile mentenanței și costurile legate de consumuri. Prin urmare, costul exploatării este generat, în special, de următoarele :

— consumul de combustibil și uleiuri ;
— consumul de pneuri ;
— consumul de piese de schimb ;
— manopera operațiilor de întreținere ;
— manopera operațiilor de remediere ;
— retribuția conducătorilor auto ;
— aparatură, mijloace de transport, ateliere;
— rata de amortizare.

Considerînd constante costurile legate de retribuirea conducătorilor auto, de aparatură, mijloacele de transport de ateliere și de rata de amortizare, celelalte costuri pot fi considerate variabile în timp.

Între vîrsta autovehiculului (kilometraj parcurs) și costurile de exploatare variabile, apare o legătură de dependență. Fie $c\ (t)$ aceste costuri. Legătura între kilometraj și $c\ (t)$ se poate modela printr-o ecuație de regresie liniară :

$$C(t)=\alpha t+\beta+\varepsilon \tag{10}$$

Ipoteza este discutabilă, ținînd cont de faptul că aceste costuri la rîndul lor sînt influențate de o serie de factori. Astfel :

— consumul de combustibil și uleiuri este funcție de parametrii motorului (tipul sau capacitatea acestuia, turația, raportul de comprimare, regimul termic, pierderile mecanice), de transmisie (tipul, randamentul și mărimea rapoartelor de transmisie), de greutatea, de factorul aerodinamic, de neuri, de metodele și stilul de conducere ;

— consumul de anvelope este determinat de cerințe multiple și uneori contradictorii, cerințele cele mai generale fiind : siguranța în exploatare, confortabilitate, economicitate. Siguranța în exploatare este satisfăcută de roți (dacă au rezistență corespunzătoare, aderență bună cu calea de rulare în diferite regimuri de circulație și condiții rutiere, etanșeitate perfectă și dacă asigură stabilitatea autovehiculului. Confortabilitatea este dată de capacitatea de a amortiza oscilațiile și de a diminua zgomotul. Zgomotele și vibrațiile ce se pot atenua cu anvelopele sînt factori cu acțiune dăunătoare asupra disponibilității și performanțelor autovehiculelor, cel mai cunoscut efect fiind fenomenul de oboseală al elementelor

mecanice și organelor de mașini (determinînd, de exemplu, slăbirea sau desfacerea piuliţelor, modificarea cuplurilor de strîngere, modificarea caracteristicilor elastice ale arcurilor prin micșorarea rigidităţii);

— întreţinerea este influenţată de organizarea corespunzătoare a acestei acţiuni, de periodicitatea lor, de durata lor, de calificarea și experienţa personalului de întreţinere și de spiritul de răspundere cu care își îndeplinește sarcinile ;

— manopera aferentă reparaţiilor este influenţată de concepţia autovehiculelor (accesibilitate și facilităţi de demontare-montare), de tipul și gravitatea defectului, de frecvenţa defectelor, de calificarea personalului și experinţa lui în a diagnostica ;

— consumul de piese de schimb este, de asemenea influenţat de concepţie (interschimbabilitate), de frecvenţa defectelor și de tipul restrictiv de mentenanţă.

Toate aceste costuri acţionează în același sens, adică creșterea lor are ca efect ridicarea disponibilităţii.

Desigur că are o mare importanţă ponderea specifică a acestor categorii de costuri în costul total al exploatării. Astfel, prin creșterea costurilor cu întreţinerea și cu costul anvelopelor, se poate obţine o reducere substanţială a costurilor cu reparaţiile și cu piesele de schimb.

De aici, rezultă și necesitatea de a prognoza durata medie de utilizare a autovehiculului, prin intermediul costului exploatării, sau de a se estima cantitatea de piese de schimb de rezervă.

Revenind la cele prezentate la începutul lucrării, disponibilitatea nu mai este, deci, o funcţie de doi factori, ci este o funcţie de trei factori aleatori și anume : fiabilitate — $R(t)$ mentenanţă — $M(t)$ și costuri — $C(t)$.

Întrucît acești factori pot avea influenţe reciproc opuse asupra funcţiei disponibilităţii și ţinînd cont că nu pot crește costurile prea mult, problema în cazul său cel mai general, se reduce la determinarea optimului funcţiei:

$$A(t) = \varphi[R(t),\ M(t),\ C(t)] \qquad (11)$$

Acest optim corespunde pretenţiilor beneficiarilor, de a face o achiziţie a unui produs, astfel ca, prin costurile de exploatare, adăugate la costurile de achiziţie, să poată obţine beneficiul scontat, după ce a scăzut din realizările sale pe seama autovehiculului toate costurile.

Problema fiind foarte general pusă, ea poate fi rezolvată după criterii particulare, estimîndu-se eficienţa funcţiei prin determinări ale diverșilor indicatori de eficienţă.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Calabro, S.R.:* Reliability principles and practices, Mc Grew-Hill Book Co, 1982.

[2] *Drujinin, G.V.:* Nadejnost sistem avtomatik, Energia, Moskva, 1967.

[3] *Niţu, V., Mingiuc, C., Niţă, P.:* Fiabilitatea și securitatea centralelor nuclearo-electrice. Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1981.

[4] *Untaru, M.:* Dinamica autovehiculelor pe roţi, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.

[4] x x x: Contract cercetare C.S.M. București, 1977.

TÎRGUL DE LA LEIPZIG

Republica Democrată Germană

15 - 21.3.1987

Centrul comercial mondial Leipzig vă oferă într-un singur loc și în numai șapte zile

- Tratative în domenii reprezentative ale industriei R.D.G.
- Încheierea de afaceri și contacte cu parteneri comerciali din întreaga lume
- Informații și tehnologii de înaltă productivitate în ramura industrială care vă interesează

Tema Tîrgului de la Leipzig, ediția de primăvară 1987 :
Produse alimentare – Producție și prelucrare eficientă
Pentru comerț internațional și progres tehnic !

Invitații pentru Tîrg și informații puteți obține la O.N.T. Carpați sau la Reprezentanța Comercială a Ambasadei R.D.G. în R. S. România, str. Dumbrava Roșie nr. 4, București.
O.N.T. Carpați organizează călătorii pentru grupe de experți cu participare gratuită la conferințele de specialitate și la vizitarea Tîrgului cu ghizi specializați.

PUBLICOM

1988 MAR 3 1

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ
pentru
INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

difuzează în anul 1987

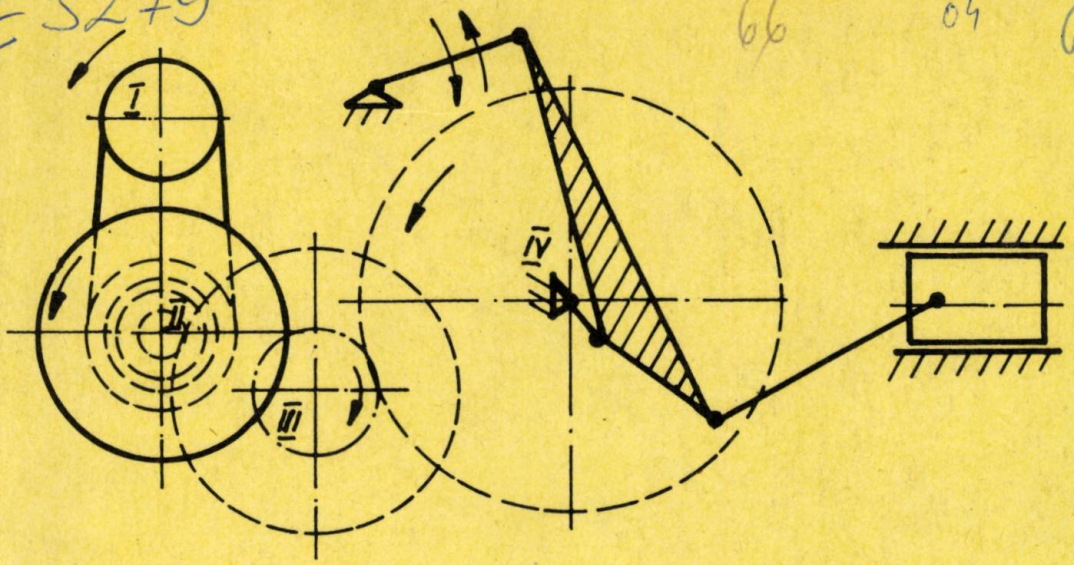
materiale de informare despre realizări din țară și din străinătate privind preocupările actuale în domeniul construcțiilor de mașini, de ex.: programul energetic, valorificarea surselor proprii de materii prime, calitatea produselor, economisirea materiilor prime și reciclarea deșeurilor, productivitatea muncii etc.

Materialele sînt grupate în serii:

Simbolul	Denumirea seriei
	REALIZĂRI ALE CERCETĂRII ROMÂNEȘTI
RCM	Revista „Construcția de mașini"
ID	INFORMARE DOCUMENTARĂ asupra nivelului progresului tehnic pe plan mondial în industria construcțiilor de mașini
	Informări pentru cadre de conducere:
IDCM	Informare documentară în construcția de mașini
IDCM-C	Informare documentară în construcția de mașini — conjunctură
IDCM-E	Informare documentară în construcția de mașini-energie
IDCM-O	Informare documentară în construcția de mașini-organizare
IDCM-PM	Informare documentară pentru protecția muncii
	Informări pentru specialiști:
IDT	Informare documentară în turnătorii
IDTT	Informare documentară pentru tratamente termice
IDPP	Informare documentară pentru prelucrări prin deformare plastică
IDS	Informare documentară pentru sudori
IDPR	Informare documentară pentru prelucrări la rece
IDCC	Informare documentară pentru calitate și control
IDMK	Informare documentară pentru prognoză și marketing
IDAR	Informare documentară pentru automatizare, robotizare
IDRC	Informare documentară privind reducerea consumurilor de materiale și energie

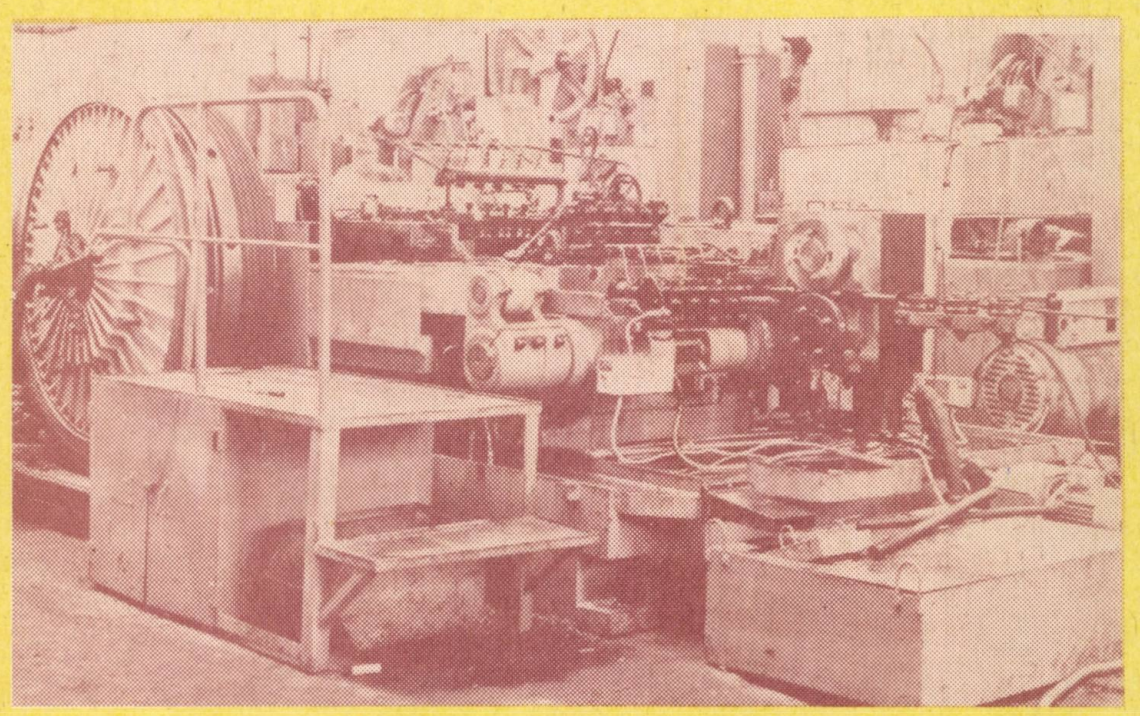
Simbolul	Denumirea seriei
	SINTEZE DOCUMENTARE privind **nivelul tehnic pe plan mondial** în industria construcțiilor de mașini
SID	Noutăți în diverse domenii
	REALIZĂRI ALE UNITĂȚILOR MICM ȘI MIUG
CO, CTN, CMA, CA, PTN, SE,	**Cataloage de fișe tehnice** de produse, tehnologii și mecanizări, automatizări autoutilări, SDV-uri Realizări deosebite, omologări standarde etc.
CSSM, RSM, CES, CTO, CT	Realizări în sudare Echipamente de sudare Produse tipizate, descrieri de tehnologii
	DOCUMENTE NORMATIVE
BI	**Buletinul intern MICM și MIUG**
NT	Normative tehnice
LPCM, R	Liste de prețuri în construcția de mașini, reduse
ITC	Indicatoare tarifare de calificare
NPM	Normative și ghid de protecția muncii în construcția de mașini
	MATERIALE DOCUMENTARE **în ajutorul proiectării și al producției**
	CERCETĂRI COMPLEXE DE INFORMARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ
CCIST-R și P	Cercetări retrospective și continui
SIDCM-A și B	Sistemul de informare documentară automatizat, pentru articole de revistă și brevete

E 3279 66 04 PtP I



R Referálva 1987 MAJ 26

TEHNOLOGII DE EXTRUDARE ŞI FORJARE OSCILANTĂ



CONSTRUCTIA DE MASINI

BUCUREŞTI ■ XXXIX ■ FEBRUARIE - MARTIE ■ 1987 2-3

Un nou și rodnic dialog al secretarului general al partidului, tovarășul NICOLAE CEAUȘESCU, cu oameni ai muncii din ramura construcțiilor de mașini

Vizită de lucru la Institutul de Cercetări pentru Mecanizarea Agriculturii

Aspecte din cursul vizitei de lucru efectuate la Întreprinderea „Vulcan"

1893

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXIX 2—3, februarie—martie 1987

CUPRINS

Tehnologii actuale de deformare plastică

HERA BUCUR, I. : **Actualitatea tehnologiilor de extrudare și forjare oscilantă** 67

TEODORESCU, A. : **Aspecte ale extrudării la rece a pieselor pentru aparatura de injecție a motoarelor diesel** 68

OLARU, T. : **Unele aspecte teoretice și practice privind extrudarea semifabricatelor pentru industria de componente electronice** 74

GHERMAN, R. : **Extrudarea la rece a metalelor și experiența Intreprinderii de Autocamioane Brașov în acest domeniu** 84

PRALEA, V. : **Posibilități de aplicare a extrudării și forjării orbitale la rece în industria de tractoare** 88

TOLAN, GH., MAKOVI, GH., CIOBANU, D. : **Soluții tehnologice și realizări în domeniul extrudării corpurilor de bujii** 94

TOTH, J. : **Aplicarea deformării plastice la rece în domeniul sculelor de filetat** 99

DRĂGAN, I., CANTA, T., ACHIMAȘ, GH. : **Cercetări asupra aplicării procedeului de forjare orbitală la matrițarea flanșelor** 101

TUREAC, I. : **Considerații asupra condițiilor impuse la proiectarea și executarea preselor pentru extrudare la rece** 104

COJOCARU, ȘT., MONAFU, S., PARASCHIVESCU, N., NIȚU, M., MAZILU, V. : **Concepția asimilării unor familii de prese pentru extrudarea la rece a metalelor** 110

MARINESCU, R.F., MEDVEȚCHI, CLEOPATRA, VIȚELARU, N. : **Considerații asupra principiilor de proiectare a matrițelor din carburi metalice sinterizate, pentru prelucrări prin deformare plastică la rece** 114

VOICU, A. : **Scule pentru extrudarea la rece** 122

BÂRZESCU, A. : **Considerații tehnice privind aplicarea procedeului de deformare a metalelor prin forjare orbitală** 126

POTÎNTEU, C. : **Considerații și soluții privind extrudarea la rece a materialului AL Mg 5 S, folosit în aparatura optică** 130

Recenzie

HERA-BUCUR, I. : **Tapalagă, Iosif, Berce, Petru, Achimaș, Gheorghe — Extrudarea metalelor la rece. Ed. DACIA, Cluj-Napoca, 1986, 344 pag.** 136

*

x x x **Sumar anual pe probleme** 137

x x x **Indice alfabetic pe autori** 145

Materialele au fost prezentate la Consfătuirea tehnico științifică de la Brașov, iulie, 1986

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonator-științific : Dr. ing. Ion Hera-Bucur

SUMARE

CZ : 621.771.4

Teodorescu, Al. : **Aspecte ale extrudării la rece a pieselor pentru aparatura de injecție a motoarelor diesel**

Articolul prezintă toate operațiile care alcătuiesc tehnologia extrudării la rece (alegerea semifabricatelor, debitarea acestora, tratamentul termic, utilajele de debitare și extrudare, fosfatarea și lubrifierea, proiectarea procesului propriu-zis de extrudare ș.a.), pe baza cercetărilor și lucrărilor teoretice ale autorului, precum și a valoroasei experiențe practice acumulate în acest domeniu la Intreprinderea „Mecanică Fină" Sinaia.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 5 fig., 1 tab., 1 ref. bibl.

CZ : 621.771.4

Olaru, T. : **Unele aspecte teoretice și practice privind extrudarea semifabricatelor pentru industria de componente electronice**

Articolul tratează aspecte de certă importanță pentru aplicarea extrudării în industria electronică și, în general, în ramura constructoare de mașini, prezentîndu-se concepția soluționării, pe această cale, a semifabricatelor necesare. Ținîndu-se seama de intercondiționarea presă-sculă-piesă extrudată, sînt determinate forțele suplimentare care apar în poansoane, urmare a deformațiilor și abaterilor de perpendicularitate. De asemenea, este prezentat un mare număr de soluții privind proiectarea corectă a sculelor, soluții rezultate din bogata experiență acumulată la I.P.R.S. Băneasa — București, care poate fi preluată de întreprinderile ce-și propun în prezent implementarea tehnologiei de extrudare. Aspectele economice sînt ilustrate prin grafice, din care rezultă economiile (de manoperă și materiale) precum și îmbunătățirea calității produselor extrudate.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 15 fig.

CZ : 621.771.4

Gherman, R. : **Extrudarea la rece a metalelor și experiența Intreprinderii de Autocamioane Brașov în acest domeniu**

În perioada 1972—1986 specialiștii I.A. Brașov au asimilat tehnologia de extrudare a circa 90 de repere, fabricate în serii lungi pentru autocamioanele SR și ROMAN și autoturismele ARO și OLTCIT. Articolul prezintă experiența acumulată de uzină în acest domeniu, cu date, scheme de lucru și tehnologii tip, care pot fi valorificate de întreprinderile unde extrudarea a căpătat o implementare mai redusă sau nu se aplică încă.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 6 fig., 3 tab., 1 ref. bibl.

CZ : 621.771.4

Pralea, V. : **Posibilități de aplicare a extrudării și forjării orbitale la rece în industria de tractoare**

Articolul prezintă experiența Intreprinderii „Tractorul" Brașov în asimilarea tehnologiei de extrudare și forjare orbitală la rece a unui număr de 30 de repere. Sînt prezentate soluții preconizate de uzină pentru extinderea tehnologiilor amintite, în anii viitori.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 1 fig., 5 tab.

CZ : 621.771.4

Tolan, Gh., Makovi, Gh., Ciobanu, D. : **Soluții tehnologice și realizări în domeniul extrudării corpurilor de bujii**

Autorii abordează, în mod complex, principalele aspecte legate de extrudarea la rece a corpurilor de bujii, respectiv alegerea materialului, tehnologia de debitare și deformare, utilajul tehnologic folosit, executarea sculelor, eficiența asimilării și promovării acestei tehnologii. Se demonstrează, în mod elocvent, avantajele tehnico-economice care însoțesc tehnologia extrudării, sub aspectul costurilor materiale și de manoperă, al îmbunătățirii calității produsului ș.a.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 6 fig., 3 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 621.771.4

Toth, J. : **Aplicarea deformării plastice la rece în domeniul sculelor de filetat**

În articol se expune experiența Intreprinderii de Mașini Agregat și Subansamble Auto — Sf. Gheorghe acumulată în domeniul executării prin deformarea plastică la rece (extrudare și rulare) a tarozilor, din oțel înalt aliat de scule. Se prezintă tehnologia aplicată, efectele obținute și preocupările de viitor ale specialiștilor întreprinderii privind extinderea procedeelor.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 6 fig., 6 ref. bibl.

CZ : 621.73

Drăgan, I., Canta, T., Achimaș, Gh. : **Cercetări asupra aplicării procedeului de forjare orbitală la matrițarea flanșelor**

În lucrare se prezintă o metodologie de stabilire a parametrilor principali, în tehnologia de forjare orbitală, datele calculate fiind cerificate pe modele. Metodologia prezintă atît interes teoretic, cît și importanță practică, multe întreprinderi constructoare de mașini preconizînd, în prezent, implementarea acestei tehnologii, sau extinderea capacităților instalate deja.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 5 fig., 1 tab., 4 ref. bibl.

CZ : 621.975 : 621.771.4

Tureac, I. : **Considerații asupra condițiilor impuse la proiectarea și execuția preselor pentru extrudarea la rece**

În lucrare sînt expuse, succint, principalele caracteristici și particularități ale preselor pentru extrudare la rece, determinate de precizia lor de prelucrare și de nivelul energetic. Aceste date pot constitui elemente-îndrumar de bază la asimilarea în țară a unor familii de prese necesare în etapa actuală. În acest sens, includerea în lucrare a experienței proiectării și executării presei de 1,6 MN, realizată în comun de specialiștii Universității și ai I.A. Brașov și care funcționează cu bune rezultate la această întreprindere, prezintă un interes deosebit. Articolul se încheie cu evidențierea obiectivelor unor studii și proiecte privind executarea altor prese de extrudare, care să constituie seria tipodimensională de mărimi pînă la 6 MN.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 4 fig. 5 tab., 8 ref. bibl.

CONTENTS

DC : 621.771.4

Teodorescu, Al. : **Aspects of Cold Extrusion of Parts for Diesel Engine Injection Equipment**

The paper presents all operations which make up the cold extrusion technology (semi-finisched product selection and cutting, heat treatment, cutting and extruding equipments, phosphating and lubrication extrusion process design a.s.o.) based on the author's research work and theoretical studies as well as on the practical experience gained in this field by the „Fine Mechanics" Entreprise of Sinaia.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2—3, 5 fig., 1 tab., 1 ref. bibl.

DC : 621.771.4

Olaru, T. : **Some Theoretical and Practical Aspects of Part Extrusion for the Electronical Component Industry**

The paper deals with some important aspects related to extrusion application in the electronical industry and mainly in the machine building branch. Considering the press-tool-extruded part interrelation the supplementary forces which occur in the die due to defomations and squareness errors are determined. At the same time, a large number of solutions to the corect designing of tools resulting from the rich experience gained by IPRS Băneasa of Bucharest are also presented. This experience could be fruitfully shared by the enterprises intending to implement the extrusion technology. The economical aspects are graphically illustrated in diagrams showing the labour and material savings obtained as well as the improved quality of the extruded products

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2—3, 15 fig.

DC : 621.771.4

Gherman, R. : **Metall Cold Extrusion and the Experience Gained by the Truck Entreprise of Brashov in this Field**

In the 1972—1986 period the specialists from the Truck Entreprise of Brashov have assimilated extrusion technology for about 90 parts manufactured in long series for the SR and ROMAN trucks as well as for the ARO and OLTCIT cars. The paper presents some of the experience gained by the Truck Enterprise in this field : giving data, working diagrams, standard technologies which can be turned into good account in the entreprises where extrusion has applied to a lesser degree or is not yet applied.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2—3, 6 fig., 3 tab., 1 ref. bibl.

DC : 621.771.4

Pralea, V. : **Cold Extrusion and Orbital Forging Application in the Tractor Industry**

The paper presents the experience gained by the Truck Entreprise of Brashov in the assimilation of the cold extrusion and orbital forging technology for a number of 30 parts. Solutions deviced by the Truck Entreprise for the extension of the above mentioned technologies in the years to come are also presented.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2—3, 1 fig., 5 tab.

DC : 621.771.4

Tolan, Gh., Makovi, Gh., Ciobanu, D. : **Technological Solutions and Achievements in the Field of Spark Plug Body Extrusion**

The authors make a complex approach to the main aspects related to the cold extrusion of spark plug bodies : material selection, cutting and deformation techonology, technological equipment employed tool execution, efficiency of the assimilation and promotion of this techonolgy. The technical and economic advantages offered by the extrusion technology (labour and material savings, improved quality of the product, a.s.o.) are eloquently demonstrated.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2—3, 6 fig., 3 tab., 5 ref. bibl.

DC : 621.771.4

Toth, J. : **Application of Cold Plastic Deformation in the Field of Threading Tools**

The paper shows the experience gained by the Special Purpose Machine and Automotive Parts Enterprise of Sf. Gheorghe in the field of cold plastic deformation (extrusion and rolling) of taps of highly alloyed tool steel. The paper presents the applied technology, the obtained results and the future preoccupations of the specialists with a view to extanding these procedures.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2—3, 6 fig., 6 ref. bibl.

DC : 621.73

Drăgan, I., Canta, T., Achimaș, Gh. : **Research Works in the Application of Orbital Forging in Flange Press Forming**

The paper presents the methodology for establishing the main parametres in the orbital forging technology and the calculated data are verified on models. This methodology presents both theoretical and practical importance for the machine building enterprises which intend at present to either implement this technology or to extend the already existent facilities

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2—3, 5 fig., 1 tab., 4 ref. bibl.

DC : 621.975 : 621.771.4

Tureac, I. : **Considerations on the Conditions Required by the Design and Manufacture of Cold Extrusion Presses**

The paper briefly presents the main characteristic features of the cold extrusion presses determined by their machining accuracy and energetical level. These data can serve as a guide to the assimilation into manufacture in our country of some families of presses required at the present stage. To this purpose the paper presents the experience gained by the specialists from the University of Brashov in collaboration with the specialists from the Truck Enterprise of Brashov in the design and manufacture of the extrusion press of 1.6 MN which is now successfully operating at the truck enterprise. The paper concludes by emphasizing the objectives of future studies and projects related to the manufacture of other extrusion presses which will make up the series of types and sizes up to 6 MN.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2—3, 4 fig., 5 tab., 8 ref. bibl.

DC : 621.975 : 621.771.4

Cojocaru, Șt., Monafu, S., Paraschivescu, M., Nițu, M., Mazilu, V. : **The Concept of Assimilating into Manufacture Some Families of Presses for Metal Cold Extrusion**

The technical and economic advantages offered by the application of the metal extrusion technology suggest an accelerated development ot the respective procedures in the machine building in our country. Since this development should be supported with appropriate equipments the authors present the conception of ICSIT „TITAN" — Sibiu Subsidiary on this mater.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2—3, 7 fig., 2 tab.

DC : 621.762 : 621.979.25 : 621.771.4

Marinescu, F.R., Medvețchi, Cleopatra, Vițelaru, N. : **Considerations on the Designing Principles for Sintered Carbide Dies for Cold Plastic Deformation**

The paper presents the designing principles for the metallic sintered carbide dies intended for cold extrusion and cold heading operations, starting from the analysis of the stresses which occur during the deformation process as well as the materials used in the manufacture of these tools.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2—3, 12 fig., 2 tab., 12 ref. bibl.

SOMMAIRES

CD : 621.771.4

Teodorescu, Al. : **Aspects concernant l'extrusion à froid des pièces pour l'équipement d'injection des moteurs Diesel**

L'article présente les opérations constituant la technologie de l'extrusion à froid (choix des semi-fabricats, leur débitage, traitement thermique, l'outillage de débitage et extrusion, phosphatage et graissage, étude du processus d'extrusion proprement-dit, etc.) en base des recherches et travaux théoriques de l'auteur, ainsi que de la précieuse expérience pratique acquise dans ce domaine dans l'entreprise „Mecanică Fină" de Sinaia.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 2–3 , 5 fig., 1 tab., 1 ref. bibl.

CD : 621.771.4

Olaru, T. : **Quelques aspects théoriques et pratiques concernant l'extrusion des semi-fabricats pour l'industrie de composants électroniques**

L'article traite des aspects de certaine importance pour l'utilisation de l'extrusion dans l'industrie électronique et, généralement dans la branche constructrice de machines, en présentant la solution des semi-fabricats nécessaires. On détermine aussi, les forces supplémentaires engendrées par les poinçons, suite aux déformations et erreurs de perpendicularité. On présente aussi un grand nombre de solution au sujet de l'étude des outils, solutions dues à la riche expérence acquise à IRPS Băneasa — Bucureşti, qui peut être assumée par le entreprises se proposant à implanter à présent la techonologie d'extrusion. Les aspects économiques sont illustrés par des graphiques qui montrent les économies (relatif à la main d'oeuvre et aux matériaux) obtenues, ainsi que l'amélioration des produits extrudés.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 2–3, 15 fig.

CD : 621.771.4

Gherman, R. : **L'extrusion à froid des métaux et l'expérience de l'Entreprise d'Auto-camions Braşov dans ce domaine**

Pendant 1972—1986 les spécialistes de I.A. Braşov ont assimilé la technologie d'extrusion pour environ 90 repères dans des grandes séries en ce qui concerne lés auto-camions SR et ROMAN et les voitures ARO et OLTCIT.

L'article présente l'expérience acquise par l'usine dans ce domaine, contenant des dates, schémas de travail et technologies types qui peuvent être assumées par des entreprise n'utilisant l'extrusion que peu on pas du tout.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 2–3, 6 fig., 3 tab., 1 ref. bibl.

CD : 621.771.4

Pralea, V. : **Possibilités concernant l'utilisation de l'extrusion et le forgeage orbital à froid dans l'industrie de tracteurs**

L'article présente l'expérience de l'Entreprise „Tractorul" Braşov dans l'assimilation de la technologie d'extrusion et du forgeage orbital à froid pour 30 repères. On montre les solutions envisagées par l'usine pour l'élargissement des technologies mentionnées dans les années prochaines.

Construcţia de maşini, 39 (1987) nr. 2—3, 1 fig., 5 tab.

CD : 621.771.4

Tolan, Gh., Makovi, Gh., Ciobanu, D. : **Solutions technologiques et réalisations dans le domaine de l'extrusion des corps de bougies**

Les auteurs abordent, d'une manière complexe, les principaux aspects concernant l'extrusion à froid des corps de bougies, c'est à dire le choix du matériel, la technologie de débitage et déformation, l'équipement technologique utilisé l'exécution des outils, l'efficience de l'assmilation et de la stimulation de cette technologie. On prouve les avantages techniques et économiques accompagnant la technologie de l'extrusion au sujet des coûts et de la main d'oeuvre, de l'optimisation du produit, etc.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 2–3, 6 fig., 3 tab, 5 ref. bibl.

CD : 621.771.4

Toth, J. : **L'utilisation de la déformation plastique à froid dans le domaine des outils de filetage**

Dans l'article on expose l'expérience de l'Entreprise de Machines Spéciales et Sous-ensembles Auto — Sf. Gheorghe acquise dans le domaine de l'exécution par déformation plastique à froid (extrusion et roulage) des tarauds, en acier fortement allié pour des outils. On présente la technologie employée, les résultats obtenus et les perspectives des spécialistes de l'entreprise concernant l'élargissement des procédés.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 2–3, 6 fig., 6 ref. bibl.

CD : 621.73

Drăgan, I., Canta, T., Achimaş, Gh. : **Recherches sur l'utilisation du procédé de forgeage orbital lors de l'estampage des flasques**

Le travail présente la méthodologie concernant la determination des paramètres principaux dans la technologie de forgeage orbital, les données calculées étant vérifiées sur des modèles. La méthodologie est intéressante du point de vue théorique et pratique, beaucoup d'entreprise constructrices de machines envisageant à présent, l'implantation de cette technologie ou l'élargissement des capacités déjà installées.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 2–3, 5 fig., 1 tab., 4 ref. bibl.

CD : 621.975 : 621.771.4

Tureac, I. : **Considérations sur les conditions imposées à l'étude et à l'exécution des presses pour l'extrusion à froid**

Dans le travail, on expose en bref, les principales caractéristiques des presses pour l'extrusion à froid, dûes à leur précision de travail et au niveau énergétique. Ces données peuvent constituer des éléments-guide de hase pour l'assimilation dans le pays des familles de presses nécessaires dans l'étape actuelle. Dans cette acception, l'introduction dans le travail de l'expérience d'étude et d'exécution de la presse de 1,6 MN réalisée en commun par les spécialistes de l'Université et de I.A. Braşov et qui fonctionne avec de bons résultats dans cette entreprise, présente un intérêt particulier. L'article finit, en mettant en évidence les objectifs des études au sujet de l'execution d'autres presses d'extrusion à former la série de types et dimensions jusqu'à 6 MN.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 2—3, 4 fig., 5 tab., 8 ref. bibl.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 621.771.4

Teodorescu, Al. : **Aspekte des Kaltfliesspressens von Bestandteilen der Einspritzgeräte von Dieselmotoren**

Der Beitrag umfasst eine Darstellung aller Operationen, welche zur Technologie des Kaltfliesspressens gefören (Auswahl der Halbzeuge und deren Verschneiden, Phosphatierung und Schmierung, Projektierung des Fliesspressverfahrens selbst u.a.), auf Grund der Untersuchungen und der theoretischen Arbeiten des Verfassers sowie auch der wertvollen, auf diesem Gebiet gesammelten Erfahrungen des Betriebes „Mecanică Fină" Sinaia.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 2–3, 5 Abb., 1 Tab., 1 Lit.

DK : 621.771.4

Olaru, T. : **Einige theoretische und praktische Aspekte hinsichtlich des Fliesspressens der Halbzeuge für die Industrie der elektronischen Bauelemente**

Der Artikel behandelt Aspekte bemerkenswerter Bedeutung für den Einsatz des Fliesspressens in der elektronischen Industrie und, im allgemeinen, in der Maschinenbauindustrie, und stellt die Lösung der Bearbeitung von Halbzeugen durch dieses Verfahren dar. Angesichts der wechselseitigen Beziehungen Presse — Werkzeugerzieltses Werkstück werden die infolge der Verformungen und der Rechtwinkligkeitsabweichungen zusätzlichen, in den Stempeln aufgetretenen Kräfte bestimmt Ausserdem wird eine grosse Anzahl von Lössungen bezüglich der richtigen Projektierung der Werkzeuge beschrieben, als Ergebnis der umfangreichen von IPRS Băneasa — Bukarest gesammelten Erfahrungen, welche von den Betrieben, die die Einführung der Fliesspresstechnologie beabsichtigen, übernommen werden können. Die ökonomischen Aspekte werden durch graphische Darstellungen veranschaulicht, aus denen die erzielten (Arbeitskraft — und Material —) Einsparungen sowie auch die erhöhte Güte der hergestellten Erzeugnisse hervorgeht.

Construcția de mașini, 39 (1937), Nr. 2–3, 15 Abb.

DK : 621.771.4

Gherman, R. : **Das Kaltfliesspressen der Metalle und die vom LKW — Betrieb Brașov auf diesem Gebiet gewonnenen Erfahrungen**

Im Zeitraum 1972—1986 haben die Spezialisten der LKW — Werke in Brașov die Fliesspresstechnologie für etwa 90 Teile, die in grossen Serien für die LKWs „SR" und „ROMAN" sowie auch für die PKWs „ARO" und „OLTCIT" gefertigt werden, in der Produktion eingeführt. Der Beitrag umfasst die bei den erwähnten Werken gesammelten Erfahrungen, mit Angeaben, Arbeitsschemen und Typentechnologien, welche von den Betrieben ausgewertet werden können, bei denen das Fliesspressen nur im geringen Masse oder noch gar nicht eingesetzt wird.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 2–3, 6 Abb., 3 Tab., 1 Lit.

DK : 621.771.4

Pralea, V. : **Einsatzmöglichkeiten des Fliesspressens und des Kaltbahnschmiedens in der Traktorenindustrie**

Der Beitrag stellt die Erfahrung der Traktorenwerke von Brașov auf dem Gebiet der Einführung der Technologie des Fliesspressens und des Kaltbahnschmiedens für 30 verschiedene Teile dar. Es werden die vom Betrieb für die künftige Erweiterung der erwähnten Technologien angeführt.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 2–3, 1 Abb., 5 Tab.

DK : 621.771.4

Tolan, Gh., Makovi, Gh., Ciobanu, D. : **Technologische Lösungen und Errungenschaften auf dem Gebiet des Fliesspressens von Zündkerzenkörpern**

Der Beitrag umfasst eine komplexe Behandlung der wichtigsten Aspekte hinsichtlich des Kaltfliesspressens der Zündkerzenkörper, bzw. die Wahl des Materials, die Verschneide — und Umformtechnologie, die eingesetzte technologische Ausrüstung, die Herstellung der Werkzeuge, die Wirksamkeit der Einführung und der Förderung dieser Technologie. Weiterhin werden die technisch — wirtschaftlichen Vorteile des Einsatzes der Fliesspresstechnologie vom Standpunkt der Material — und Arbeitskraftkosten, der Qualität des Erzeugnisses usw. nachgewiesen.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 2–3, 6 Abb., 3 Tab., 5 Lit.

DK.: 621.771.4

Toth, J. : **Einsatz des Kaltumformens auf dem Gebiet der Gewindeschneidewerkzeuge**

In diesem Artikel wird die Erfahrung des Betriebes für Sondermaschinen und Fahrzeugbaugruppen in Sf. Gheorghe auf dem Gebiet der Herstellung von Gewindebohrern aus hochlegiertem Werkzeugstahl durch Kaltumformen (Fliesspressen und Einwalzen) dargestellt. Behandelt werden die eingesetzte Technologie, die erzielten Ergebnisse und die Zuhunftsbestrebungen der Spezialisten des erwähnten Betriebes hinsichtlich der Erweiterung der eingesetzten Verfahren.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 2–3, 6 Abb., 6 Lit.

DK : 621.73

Drăgan, I., Canta, T., Achimaș, Gh. : **Untersuchungen hinsichtlich des Einsatzes des Bahnschmiedeverfahrens beim Gesenkschmieden der Flansche**

Der Beitrag behandelt die Methodologie der Festlegung der Hauptparameter bei der Technologie des Bahnschmiedens, wobei die berechneten Angaben auf Modellen geprüft werden. Die dargestellte Methodologie ist sowohl von theorotischem Interesse als auch von praktischer Bedeutung, da sich zahlreiche Maschinenbaubetriebe gegenwärtig für den Einsatz dieser Technologie oder die Erweiterung der bereits bestehenden Kapazitäten entscheiden.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 2–3, 5 Abb., 1 Tab., 4 Lit.

DK : 621.975 : 621.771.4

Tureac, I. : **Betrachtungen über die Anforderungen hinsichtlich der Projektierung und Herstellung der Kaltfliesspressen**

Der Beitrrag führt eine kurze Darstellung der wichtigsten Merkmale und Eigenarten der Kaltfliesspressen, welche von deren Bearbeitungsgenauigkeit und vom energetischen Niveau bestimmt werden, an Diese Angaben können als Richtlinien für die gegenwärtige Einführung einiger notwendigen Pressefamilien in der S.R.R. betrachtet werden. In diesem Sinne ist die Darstellung der Erfahrung hinsichtlich der gemeinsamen Projektierung und Herstellung einer Presse von 1,6 MN durch die Spezialisten der Universität und des LKW — Betriebes in Brașov — Presse, welche mit guten Ergebnissen im genannten Unternehmen betrieben wird — von besonderem Interesse. Der Artikel endet mit der Anführung von Studien und Vorhaben bezüglich der Herstellung weiterer Fliesspressen, im Sinne der Realisierung einer Baugrössenserie bis 6 MN.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 2–3, 4 Abb., 5 Tab., 3 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 621.771.4

Теодореску, Ал. *По поводу холодного выдавливания для впрыскивающей аппаратуры дизельных двигателей*

В статье рассматриваются все операции, составляющие технологический процесс холодного выдавливания (выбор заготовок, их обрезка, термообработка. обрезное и выдавливающее оборудование, фосфатирование и смазка, проектирование самого процесса выдавливания и др.), на основе исследовательских и теоретических работ автора, а также и на базе ценного практического опыта, накопленного в этой области на предприятии „Mecanică Fină" — Синая.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 23, 5 рис., 1 таб., 1 лит.

ДК : 621.771.4

Олару, Т.: *Некоторые теоретические и практические аспекты выдавливания заготовок для промышленности электронных элементов*

В статье обсуждаются наиболее важные стороны применения выдавливания в электронной промышленности и вообще в области машиностроения, даётся концепция для изготовления таким путём нужных заготовок. Учитывая взаимозависимость пресса, инструмента и выдавленной детали, определяют доподнителые силы, возникающие в пуансонах в результате деформаций и отклонений от перпендикулярности. А также, даётся большое число способов правильного проектирования инструментов, которые были выработаны в результате богатого накопленного опыта на предприятии ИПРС Баняса-Бухарест. Этот опыт может быть передан предприятиям, которые хотят внедрить технологию выдавливания. Экономическая сторона представлена графиками, которые показывают получаемые экономии рабочей силы и материалов, а также и повышение качества выдавливаемых изделий.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 2—3, 15 рис.

ДК : 621.771.4

Герман, Р.: *Холодное выдавливание металлов и опыт в этой области предприятия грузовых автомобилей в Брашове*

В период 1972—1986 гг. специалисты I.A. — Брашов освоили технологию выдавливания приблизительно 90 деталей, производимых в длинных сериях для грузовиков „SR" и „ROMAN" и легковых машин „ARO" и „OLTCIT". В статье представлен опыт, накопленный заводом в этой области, с данными, рабочими схемами и типовыми технологиями, которые могут быть освоены предприятиями, где ещё мало или совсем не используется выдавливание.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 2—3, 6 рис., 3 таб., 1 лит.

ДК : 621.771.4

Праля, В.: *Возможности применения выдавливания и холодной орбитальной высадки в тракторостроении*

В статье описывается опыт предприятия «Трактор» в Брашове по освоению технологии выдавливания и холодной орбитальной высадки при обработки 30 деталей. Представлены намечаемы заводом меры по распространению вышеуказанных технологий в последующие годы.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 2—3, 1 рис., 5 таб.

ДК : 621.771.4

Толан, Г., Макови, Г., Чобану, Д.: *Технологические решения и достижения в области выдавливания корпусов свечей зажигания*

Авторы рассматривают во всей их сложности основные аспекты холодного выдавливания корпусов свечей зажигания, т.е. выбор материала, технология обрезки и деформирования, используемое технологическое оборудование, изготовление инструментов, эффективность освоения и распространения этой технологии. Убедительно доказываются технико-экономические преимущества, сопровождающие технологию выдавливания, в виде стоимости материалов и ручного труда, улучшения качества изделия и др.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 2—3, 6 рис., 3 таб., 5 лит.

ДК : 621.771.4

Тот, Ж.: *Применение холодного пластического деформирования в области резьбонарезных инструментов*

В статье изложен опыт Предприятия по Агрегатам и Автомобильным Узлам — Сф. Георге, накопленный в области изготовления, путём холодного пластического деформирования (выдавливание и накатка), метчиков из высоколегированной инструментальной стали. Описываются применяемая технология, полученные результаты и забота о дальнейшем распространении этих способов специалистами предприятия.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 2—3, 6 рис., 6 лит.

ДК : 621.73

Дрэган, И., Канта Т., Акимаш Г.: *Исследования в связи с применением способа орбитальной ковки при штамповке фланцев*

В работе даётся методика установления основных параметров в технологии орбитальной ковки с проверкой расчётных данных на моделях. Методика имеет как теоретическое, так и практическое значение. Многие машиностроительные предприятия намечают внедрение этой технологии или расширение возможностей уже освоенных мощностей.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 2—3, 5 рис., 1 таб., 4 лит.

ДК : 621. 975 ; 621.771.4

Туряк, И.: *Относительно требований к проектированию и изготовлению прессов для холодного выдавливания*

В работе кратко представлены основные характеристики и особенности прессов для холодного выдавливания, обусловленные точностью обработки и энергетическим уровнем. Эти данные могут стать основными руководящими элементами при освоении в стране некоторых, необходимых на данном этапе, семейств прессов. В этом отношении особый интерес представляет включение в работу опыта по проектированию и изготовлению пресса на 1,6 мН, спроектированного совместными усилиями работников Университета и ИА — Брашов, и используемого с хорошими результатами на предприятии I.A. — Брашов. В конце статьи представлены темы исследования и проектирования для изготовления других выдавливающих прессов, которые образуют типоразмерную серию до 6 мН.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 2—3, 4 рис., 5 таб., 8 лит.

CZ : 621.975 : 621.771.4

Cojocaru, Șt., Monafu, S., Paraschivescu, M., Nițu, M., Mazilu, V.: **Concepția asimilării unor familii de prese pentru extrudarea la rece a metalelor**

Avantajele tehnico-economice, pe care le prezintă aplicarea tehnologiei de extrudare a metalelor, sugerează o dezvoltare accelerată a procedeelor respective în construcția de mașini din țară. Întrucît această dezvoltare trebuie susținută prin utilaje corespunzătoare, autorii prezintă concepția I.C.S.I.T. „Titan", filiala Sibiu asupra acestei probleme.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 7 fig., 2 tab.

CZ : 621.762 : 621.979.25 : 621.771.4

Marinescu, F.R., Medvețchi, Cleopatra, Vițelaru, N.: **Considerații asupra principiilor de proiectare a matrițelor din carburi metalice sinterizate, pentru prelucrări prin deformare plastică la rece**

În lucrare sînt prezentate principiile de proiectare a matrițelor, cu părți active din carburi metalice sinterizate, destinate extrudării și refulării la rece, pornind de la analiza solicitărilor ce apar în timpul procesului de deformare, precum și a materialelor utilizate în construcția acestor scule.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 12 fig., 2 tab., 12 ref. bibl.

CZ : 621.979.25 : 621.771.4

Voicu, A.: **Scule pentru extrudarea la rece**

Articolul redă experiența I.A. Brașov în domeniul conceperii, proiectării și executării unora dintre sculele de extrudare. Ținînd seama de deficiențele anumitor construcții de matrițe și poansoane, experimentate în atelierul de extrudare, se propun soluții de variante îmbunătățite, care prezintă interes pentru întreprinderile unde urmează să fie instalate sau dezvoltate asemenea capacități.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 5 fig.

CZ : 621.771.4 : 621.73

Bârzescu, A.: **Considerații tehnice privind aplicarea procedeului de deformare a metalelor prin forjare orbitală**

Avînd drept bază relațiile de calcul pentru determinarea forțelor de deformare, în cazul extrudării și forjării orbitale, autorul studiază soluția tehnologică optimă pentru prelucrarea unor repere din fabricația Intreprinderii „Electroprecizia" Săcele — Brașov, adoptîndu-se drept variante de comparație aşchierea, extrudarea la rece și forjarea orbitală. Se demonstrează că ambele procedee de deformare plastică prezintă avantaje față de prelucrările prin aşchiere, sub aspectul economiilor de metal și manoperă, forjarea orbitală fiind rentabilă mai ales în cazul pieselor cu profile complicate exterioare, iar extrudarea pentru cele care, pe lîngă secțiunile de trecere exterioare, au și cavități.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 6 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 621.771.4

Potinteu, C.: **Considerații și soluții privind extrudarea la rece a materialului Al Mg 5 S, folosit în aparatura optică**

Articolul cuprinde cîteva considerații și soluții privind extrudarea la rece a materialului Al Mg 5 S, folosit în aparatura optică, rezultate din experiența Intreprinderii Optica Română. De asemenea, sînt prezentate soluții tehnice și de proiectare a sculelor, aspecte economice și propuneri de extindere, în perspectivă, a procedeului de extrudare.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 8 fig., 2 tab., 1 ref. bibl.

DC : 621.979.25 : 621.771.4

Voicu, A.: **Tools for Cold Extrusion**

The paper renders the experience of the Truck Enterprise of Brashov in the field of designing and manufacturing some of the extruding tools. Considering the deficiencies of certain dies and punches as experimented in the extrusion shop solutions for improved variants are suggested which are of interest for those enterprises where such facilities are goind to be installed or developed.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 5 fig.

DC : 621.771.4 : 621.73

Bârzescu, A.: **Technical Considerations on Orbital Forging Application in Metal Forming**

Starting from the computation relations for establishing the deformation forces which occur in extrusion and orbital forging the author studies the optimum technological solution for machining some parts in the manufacturing programme of the „Electroprecizia" Enterprise of Săcele — Brashov. A comparison is made between cutting, cold extrusion and orbital forging. It is demonstrated that both plastic deformation processes are more advantageous than the cutting process in point of labour and metal savings. While orbital forging is more profitable for parts with complex external profiles the extrusion process is fit for parts having both complex external profiles and cavities.

Construcția de mașini, 39 (1987) nr. 2–3, 6 fig., 4 ref. bibl.

DC : 621.771.4

Potinteu, C.: **Considerations and Solutions Related to the Cold Extrusion of the Al Mg 5 S Material Used in Optical Equipments**

The paper includes some considerations and solutions related to the cold extrusion of the Al Mg 5 S material used in optical equipments which have resulted from the experience of the „Optica Română" Enterprise. Technological and designing solutions for tools, economic aspects and suggestions for the future extension of the extrusion process are also presented.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 8 fig., 2 tab., 1 ref. bibl.

CD : 621.975 : 621.771.4

Cojocaru, Șt., Monafu, S., Paraschivescu, M., Nițu, M., Mazilu, V.: **Conception de l'assimilation des familles de presses pour l'extrusion des métaux à froid**

Les avantages techniques et économiques résultant de l'utilisation de la technologie d'extrusion des métaux, impliquent un développement accéléré de ces procédés dans la construction de machines du pays. Ayant en vue que ce développment doit être supporté par des équipements appropriés, les auteurs présentent la conception de l'ICSIT — „Titan", filiale de Sibiu, sur ce problème.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 2–3, 7 fig., 2 tab.

CD : 621.762 : 621.979.25 : 621.771.4

Marinescu, F.R., Medvețchi, Cleopatra, Vițelaru, N.: **Considérations sur les principes d'étude des estampes en carbures métalliques sintérisées pour des usinages par déformation plastique à froid**

Dans le travail on présente les principes d'étude des estampes ayant les parties actives en carbures métalliques sintérisées, destinées à l'extrusion et au refoulement à froid, à partir de l'analyse des sollicitations engendéres pendant le processus de déformation, ainsi que les matériaux utilisés dans la construction de ces outils.

Construcția de mașini, 39(1987), nr. 3.2–3, 12 fig., 2 tab., 12 ref. bibl.

CD : 621.975 : 621.771.4

Voicu, A.: **Outils pour l'extrusion à froid**

L'article présente l'expérience de I.A. Braşov dans le domaine de l'étude et de l'exécution de quelques outils d'extrusion. En tenant compte des déficiences de certaines constructions d'estampes et poinçons expérimentés dans l'atelier d'extrusion, on propose de variées solutions optimisées, présentant de l'intérêt pour les entreprises où on va installer ou développer de tels outils.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 2–3, 5 fig.

CD : 621.771.4 : 621.73

Bârzescu, A.: **Considérations techniques concernant l'utilisation du procédé de déformation des métaux par forgeage orbital**

Ayant comme base les calculs concernant les forces de déformation, dans le cas de l'extrusion et du forgeage orbital, l'auteur étudie la solution technologique optimale pour l'usinage des repères se trouvant dans la fabrication de l'entreprise „Electroprecizia" de Săcele Braşov, employant comme variantes à comparer l'enlévement de copeuax, l'extrusion à froid et le forgeage orbital. On prouve que les deux procédés de déformation plastique présentent des avantages par rapport aux usinages par enlèvement de copeaux, en ce qui concerne les économies de métal et main d'oeuvre, le forgeage orbital étant rentable surtout dans le cas des pièces à profiles extérieurs compliqués, et l'extrusion pour ceux qui, à part les sections de passage extérieures, présentent aussi des cavités.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 2–3, 6 fig., 4 ref. bibl.

CD : 621.771.4

Potinteu, C.: **Considérations et solutions relatif à l'extrusion à froid du matériel Al Mg 5 S, utilisé dans l'équipement optique**

L'article comporte quelques considérations et solutions concenant l'extrusion à froid du matériel Al Mg 5 S, utilisé dans l'équipement optique, résultées de l'expérience de l'Entreprise Optica Română. On présente aussi les solutions technologiques et d'étude des outils, des aspects économiques et des propositions d'élargissement du procédé d'extrusion.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 2–3, 8 fig., 2 tab., 1 ref. bibl.

DK : 621.975 : 621.771.4

Cojocaru, Şt., Monafu, S., Paraschivescu, M., Niţu, M., Mazilu, V.: **Das Konzept der Einführung einiger Kaltfliesspressefamilien zur Bearbeitung von Metallen**

Die technisch — wirtschaftlichen Vorteile der Einführung der Kaltfiesspresstechnologie in der Bearbeitung der Metalle lässt auf die Notwendigkeit einer beschleunigten Entwicklung dieses Verfahrens in der Maschinenbauindustrie in Rumänien schliessen. Die Verfassen stellen das Konzept des Institutes ICSITMU „TITAN" — Zweigstelle Sibiu — über die für diese Entwicklung erforderlichen Ausrüstungen dar.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 2–3, 7 Abb., 2 Tab.

DK : 621.762 : 621.979.25 : 621.771.4

Marinescu, F.R., Medveţchi, Cleopatra, Viţelaru, N.: **Betrachtungen über die Grundsätze der Projektierung von Matrizen aus gesinterten Hartmetallen für Kaltumformbearbeitungen**

Der Beitrag umfasst eine Darstellung der Grundsätze der Projektierung von Matrizen mit aktiven Teilen aus gesinterten Hartmetallen, welche für das Kaltfliesspressen und — stauchen bestimmt sind. Ausgangspunkt der Betrachtungen ist die Untersuchung der während des Umformverfahrens aufgetretenen Beanspruchungen sowie auch der bei der Herstellung der betreffenden Werkzeuge verwendeten Materiale.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 2—3, 12 Abb., 2 Tab., 12 Lit.

DK : 621.979.25 : 621.771.4

Voicu, A.: **Werkzeuge für das Kaltfliesspressen**

Der Artikel stellt die beim LKW — Betrieb Braşov auf dem Gebiet der Entwicklung, Projektierung und Herstellung einiger Kaltfliesspresswerkzeuge gewonnen Erfahrungen dar. Angesichts der Mängel bestimmter in der Kaltfliesspresswerkstatt experimentierter Matrizen — und Stempelkonstruktionen werden Lösungen für verbesserte Ausführungsvarianten vorgeschlagen, welche für die Betriebe welche solche Ausrüstungen haben oder zu entwickeln beabsichtigen, von Interesse sein können.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 2–3, 5 Abb.

DK : 621.771.4 : 621.73

Bârzescu, A.: **Technische Betrachtungen bezüglich des Einsatzes des Bahnschmiedens für das Umformen der Metalle**

Auf Grund der Rechenbeziehungen für die Bestimmung der Umformkräfte beim Fliesspressen und Bahnschmieden untersucht der Verfasser die optimale technologische Lösung für die Bearbeitung einiger Teile aus dem Fertigungsprogramm des Betriebes „Electroprecizia" Săcele — Braşov, wobei als Vergleichsvarianten das Zerspanen, das Kaltfliesspressen und das Bahnschmieden verwendet werden. Es wird bewiesen, dass beide erwähnten Umforverfahren Vorteile gegenüber der spanabhebenden Bearbeitung — vom Standpunkt der Metall — und Arbeitskrafteinsparungen — aufweisen, wobei das Bahnschmieden vor allem bei den Werkstücken mit komplizierten Aussenprofilen, und das Fliesspressen besonders für Werkstücke mit äusseren Durchgangsquerschnitten und Holräumen vorteilhaft ist.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 2–3, 6 Abb., 4 Lit.

DK : 621.771.4

Potinteu, C.: **Betrachtungen und Lösungen hinsichtlich des Kaltfliesspressens beim Werkstoff Al Mg 5 S für optische Geräte**

Der Artikel umfasst Betrachtungen und Lösungen hinschtlich des Kaltfliesspressens des Werkstoffes Al Mg S für optische Geräte, als Ergebnis der beim Betrieb „Intreprinderea Optică Română" gewonnenen Erfahrungen. Es werden ausserdem Technologie — und Werkzeugrprojektierungslösungen, ökonomische Aspekte sowie auch Vorschläge für die zukünftige Erweiterung des Einsatzes des Fliesspressverfahrens dargestellt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 2–3, 8 Abb., 2 Tab., 1 Lit.

ДК : 621.975 : 621.771.4

Кожокару, Шт., Монафу, С., Параскивеску, М., Ницу, М., Мазилу, В.: *Концепция освоения некоторых семейств прессов для холодного выдавливания металлов*

Технико-экономические выгоды использования технологии выдавливания металлов обуславливают ускоренное развитие соответствующих процессов в машиностроении страны. А так как это развитие требует и соответствующего оборудования, то авторы предлагают решение этого вопроса, разработанное филиалом I.C.S.I.T. „Titan" в Сибиу.

Construcţia de maşini, 39 (1987), н. 2—3, 7 рис., 2 таб.

ДК : 621.762 : 621.979.25 : 621.771.4

Маринеску, Ф.Р., Медвецкий, Клеопатра, Вицелару, Н.: *О правилах проектирования штампов из спечённых твёрдых сплавов для обработки путём холодного пластического деформирования*

В работе представлены правила проектирования штампов с рабочими частями из спечённых твёрдых сплавов, предназначаемых для холодного выдавливания и высадки, отправляясь от анализа нагрузок, возникающих во время процесса деформирования, а также и материалов, используемых в конструкции этих инструментов.

Construcţia de maşini, 39 (1987), н. 2—3, 12 рис., 2 таб., 12 лит.

ДК : 621.979.25 : 621.771.4

Войку, А.: *Инструменты для холодного выдавливания*

В статье представлен опыт I.A. — Брашов в области проектирования и изготовления некоторых инструментов для выдавливания. Учитывая недостатки определённых конструкций штампов и пуансонов, экспериментированных в цехе выдавливания, предлагаются улучшенные варианты, которые представляют интерес для предприятий, где будет внедрено или развито рода оборудование.

Construcţia de maşini, 39 (1987), н. 2—3, 5 рис.

ДК : 621.771.4 : 621.73

Бырзеску, А.: *Технические соображения в связи с применением способа деформирования металлов путём орбитальной ковки*

Основываясь на формулах расчёта для определения искривляющих сил в случае выдавливания и орбитальной ковки, автор рассматривает оптимальное технологическое решение для обработки некоторых изделий, производимых предприятием «Электропречизия» Сэчеле-Брашов, используя, как варианты для сравнения, металлорезание, холодное выдавливание и орбитальную ковку. Демонтируется, что оба способа пластического деформирования имеют преимущества по сравнением с металлорезанием в виде экономии металла и ручного труда. Орбитальная ковка особенно выгодна в случае обработки изделий со сложным наружным профилем, а выдавливание — в случае изделий, которые, кроме наружных проходных сечений имеют и полости.

Construcţia de maşini, 39 (1987), н. 2—3, 6 рис., 4 лит.

ДК : 621.771.4

Потинтеру, К.: *Соображения и предложения в связи с холодным выдавливанием материала Al Mg 5 S, используемого в оптической аппаратуре*

Статья содержит несколько соображений и предложений, полученных на основе опыта предприятия „Optica Română" относительно холодного выдавливания материала Al Mg 5 S, используемого в оптической аппаратуре. А также даны предложения по технологии и проектированию инструментов, экономические стороны и предложения по дальнейшему распространению процеса выдавливания.

Construcţia de maşini, 39 (1987), н. 2—3, 8 рис., 2 лит.

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

ATTENTION !

Les lecteurs étrangèrs de la revue pourront prendre des abonaments par ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, Bucureşti, Calea Griviţei nr. 64—66.

Revista „CONSTRUCŢIA DE MAŞINI", organ al Ministerului Industriei Construcţiilor de Maşini din Republica Socialistă România. Redacţia la : Oficiul de informare documentară pentru industria constucţiilor de maşini, cu sediul în Bucureşti, Calea Victoriei, 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poştal la ICTCM, şos. Olteniţei nr. 105, Bucureşti, sector 4, pentru revista „Construcţia de maşini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Tipografia „Ploieşti" str. Transilvaniei, nr. 29.

I. C. T. C. M.
INSTITUTUL DE CERCETARE
ȘTIINȚIFICA ȘI INGINERIE
TEHNOLOGICA PENTRU
INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR
DE MAȘINI

Șos. Olteniței nr. 103, sector 4
București — 73651
Telefon 83 21 70 Telex 10233

Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Industria Construcțiilor de Mașini, înființat încă din anul 1955, are o bogată experiență în cercetare și proiectare tehnologică specifică pentru construcțiile de mașini. In cadrul Institutului se desfășoară trei tipuri de activități :

1. Cercetarea de procese tehnologice (metode de fabricație) noi în cadrul laboratoarelor special amenajate pentru experimentarea și optimizarea procedeelor, regimurilor sau rețetelor tehnologice precum și cercetarea în vederea asimilării în fabricația de serie a unor echipamente și produse noi în domeniile : prelucrări prin așchiere, ștanțare, ambutisare și prin tehnologii neconvenționale, manipulare automată, montaj mecanizat și automatizat, acoperiri de protecție și decorative, control activ, interoperațional și final.

2. Elaborarea de tehnologii integrate și sisteme complexe de fabricație pentru prelucrarea unor piese sau grupe de piese sau produse, cu adoptarea celor mai eficiente procedee, inclusiv proiectarea mașinilor speciale, dispozitivelor și sculelor.

3. Execuția, în limita capacităților propriului său atelier, a echipamentelor tehnologice proiectate. Acordarea de asistență tehnică pentru punerea în funcțiune la parametrii proiectați a proiectelor elaborate.

ICTCM EFECTUEAZĂ:

● Studiul problemelor tehnologice individuale sau legate de realizarea unui anumit produs ; ● Elaborarea de procedee tehnologice noi sau dezvoltarea și îmbunătățirea unor tehnologii existente ; ● Experimentarea în laborator și în producție a procedeelor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de execuție pentru liniile, mașinile, dispozitivele sau sculele necesare aplicării tehnologiilor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de utilare tehnologică a secțiilor sau atelierelor în care se vor realiza tehnologiile respective ; ● Construcția în ateliere proprii a utilajelor proiectate ; ● Execuția de prototipuri de mașini și dispozitive și experimentarea acestora în vederea introducerii lor în fabricația de serie ; ● Elaborarea de metode de măsură și control interoperații și final, proiectarea și executarea utilajelor necesare controlului și sortării cu diferite grade de automatizare ; ● Proiectarea și executarea de bancuri de probă pentru studii de laborator și fabricația de serie ; ● Organizarea fabricației, transportului intern și depozitării în secțiile și atelierele destinate aplicării noilor tehnologii, planificarea și urmărirea producției ; ● Elaborarea de sisteme pentru automatizarea pregătirii tehnologiei precum și pentru planificare, lansare și urmărire cu ajutorul calculatorului electronic ; ● Acordarea de asistență tehnică pentru aplicarea procedeelor tehnologice elaborate și pentru punerea în funcțiune a utilajelor proiectate și executate ; ● Acordarea de licențe, know-how și punerea la dispoziție a documentației de execuție pentru lucrările executate de institut.

Actualitatea tehnologiilor de extrudare și forjare oscilantă

Dr. ing. Ion **HERA-BUCUR** – I.P.R.O.L.A.M. București

Printre tehnologiile moderne de confecționare a semifabricatelor și pieselor mecanice pentru construcția de mașini și industriile electrotehnică și electronică, extrudarea și forjarea oscilantă *) se bucură în prezent de o atenție aparte, demonstrîndu-se că aplicarea acestora generează importante efecte tehnico-economice.

Experiența multor întreprinderi din țară, unde extrudarea la rece a început să se aplice în urmă cu circa 10—15 ani (printre care cele pentru autocaminoane, tractoare, mecanică fină, aparatură și componente electronice ș.a., precum și a multor întreprinderi și firme cu profil similar din străinătate), arată, spre exemplu, că înlocuirea — acolo unde este posibil — a prelucrărilor prin așchiere a metalelor cu deformarea plastică la rece au drept consecințe creșterea productivității muncii în proporție de pînă la 250—300 %, realizarea unor economii substanțiale de metal (la o tonă de piese extrudate se economisește între 0,5 ... 1,5 t oțel laminat), de energie ș.a.

O influență pozitivă o au tehnologiile de extrudare și forjare oscilantă asupra calității și rezistenței pieselor confecționate urmare a fenomenelor de ecruisaj și fibraj continuu prezente în procesele de deformare plastică, cercetările compartimentelor tehnologice ale Întreprinderii de Autocamioane Brașov, I.M. Fină Sinaia, ș.a., confirmate și de practica mondială, atestînd creșterea pe această cale a rezistenței la rupere a pieselor mecanice pînă la 120%, a alungirii cu 80—200% a durității HB cu 40—120% ș.a.m.d. Totodată calitatea suprafeței semifabricatelor și a pieselor extrudate sau obținute prin forjarea oscilantă corespunde celor mai severe cerințe situîndu-se în cazul unei conduceri corecte a procesului tehnologic, la nivelul rectificării fine și chiar al lepuirii.

Așadar, actualitatea procedeelor de extrudare, forjare oscilantă și — în general — a celor bazate pe deformarea plastică, constă în faptul că se asigură nu numai obținerea, în condiții superioare a formei dorite a pieselor, ci odată cu aceasta și a unor caracteristici înalte de rezistență și fiabilitate.

Sînt domenii ca spre exemplu în electronică unde valențele înalte ale extrudării la rece, asociată cu alte tehnologii moderne specifice, au impus-o prin precizia dimensională și geometrică foarte înaltă, calitatea superioară a suprafețelor, interschimbabilitatea, gradul înalt de folosire a metalului și productivitatea ridicată, drept alternativa optimă din punct de vedere tehnic și economic, de asimilare în țară a unui mare număr de componente care se importau.

Date fiind cele consemnate, apare firească preocuparea sporită din ultimul timp a ministerelor, centralelor industriale, întreprinderilor de profil și a institutelor de cercetări și din învățămînt superior pentru : extinderea ariei de aplicare a extrudării și jorjării oscilante reflectată între altele, prin crearea de noi capacități de extrudare și forjare oscilantă, la I. Tractorul Brașov, I. Electroprecizia Săcele — Brașov, I. Autocamioane Brașov, I. „23 August" București etc.; extinderea și modernizarea atelierelor existente la la întreprinderile centralei industriale de rulmenți și organe de asamblare Brașov, I.M. Fină Sinaia, I.P.R.S. Băneasa București, I.M.A.S.A. Sf. Gheorghe ș.a.; asimilarea în țară a unor familii de piese și alte utilaje aferente acestor tehnologii cu participarea I.C.S.I.T. Titan București, a catedrelor de specialitate de la Universitatea Brașov și Institutul Politehnic Cluj-Napoca etc.

În cadrul acelorași preocupări se înscrie și organizarea în anul 1986 de către Consiliul Național pentru Știință și Tehnologie, cu sprijinul Întreprinderii de Autocamioane Brașov, a unei consfătuiri tehnico-științifice de lucru pe țară consacrată extrudării și forjării oscilante care a permis evidențierea principalelor aspecte și direcții de lucru legate de dezvoltarea acestor tehnologii în anii viitori.

În paginile numărului de față al revistei sînt prezentate o parte din comunicările și intervențiile specialiștilor participanți, fapt care permite conturarea unei imagini de ansamblu asupra eforturilor și rezultatelor diferitelor colective de specialiști preocupați de implementarea și extrudarea tehnologiilor în cauză și a perspectivelor care se profilează în acest domeniu.

Totodată ele constituie — prin informațiile furnizate, datele de exploatare obținute și soluțiile oferite —, un îndrumar util în abordarea și rezolvarea unora dintre multiplele probleme teoretice și practice cu care întreprinderile și institutele de profil sînt confruntate în asimilarea tehnologiilor amintite.

În sensul celor menționate apare firească necesitatea ca publicarea materialelor de față, să fie urmată într-un viitor apropiat de redactarea unei lucrări de bază reflectînd noutățile tehnico-științifice la zi în domeniul extrudării

*) În activitatea practică se întîlnește deseori și termenul de „forjare orbitală".

și forjării oscilante la rece, cald și semicald, suplinind astfel în parte penuria de informații care se resimte, față de evoluția tehnicii și de sarcinile ce revin întreprinderilor noastre în modernizarea și perfecționarea acestor tehnologii de fabricație.

În încheiere se poate menționa că măsurile și propunerile rezultate din comunicările și intervențiile specialiștilor participanți la consfătuire — în primul rînd cele care se referă la concepția creării unor noi capacități de extrudare, la asimilarea familiilor de utilaje necesare, la îmbunătățirea calității oțelurilor pentru semifabricate și scule, și la extinderea gamei substanțelor de fosfatare și lubrefiere — fac obiectul „Programului de măsuri privind extinderea tehnologilor de fabricarea pieselor prin extrudare și forjare orbitală" în realizarea căruia sînt implicate o bună parte din întreprinderile industriale și institutele aparținînd construcției de mașini, metalurgiei, chimiei și altor ramuri.

CZ : 621.771.4

Aspecte ale extrudării la rece a pieselor pentru aparatura de injecție a motoarelor diesel

Dr. ing. Alexandru **TEODORESCU** – Întreprinderea Mecanică Fină Sinaia

Introducere

Extrudarea la rece a pieselor pentru aparatura de injecție a motoarelor diesel s-a introdus în anul 1967, prin realizarea unor bucșe din aliaj de antifricțiune Al Sn 6 Cu Ni. Procesul tehnologic constă din debitarea prin frezare a barelor turnate în cochilă, urmată de ungerea pastilelor cu stearat de zinc și extrudarea inversă, obținîndu-se semifabricate cu fund plin sub formă de pahar. Prin extrudare se obține o compactare mai bună a materialului turnat, o creștere a durității cu 50%, o îmbunătățire a caracteristicilor fizico-mecanice și a performanțelor în exploatare, precum și economii de metal și de manoperă la prelucrare.

În anul 1971 s-a trecut la extrudarea pieselor din oțel pentru aparatură de injecție, oțelurile de extrudare, soluția de fosfatare, unguentul, sculele și utilajele fiind importate. Astfel, s-au realizat prin extrudare la rece mai multe repere, cum sînt corpul pulverizator și piulița capac. (fig. 1, 2), consumul de metal scăzînd la corpul pulverizator de la 120 la 70 g/buc., iar la piulița capac de la 80 la 30 g/buc.; s-au economisit total 180 t/an oțel tras recopt. Întrucît semifabricatele extrudate sînt foarte apropiate de dimensiunile finale, multe suprafețe sînt obținute prin extrudare la calitatea suprafeței și în toleranțele constructive. Numai la cele două repere consumul de manoperă pe an a scăzut cu circa 50.000 ore, iar de energie electrică cu circa 400.000 kWh. Avînd în vedere avantajele tehnico-economice ale procedeului, extinderea acestuia s-a impus ca o condiție esențială în dezvoltarea fabricației de aparatură de injecție. În aceste condiții s-au depus eforturi deosebite, împreună cu diverse colective din țară, pentru asimilarea

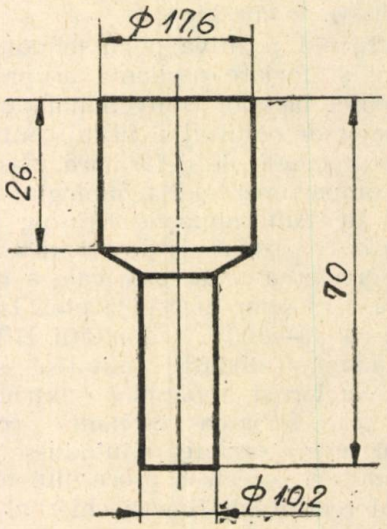


Fig. 1 Corp pulverizator extrudat. Material: OE — 18 CN 20.

materiilor prime, a materialelor tehnologice și a sculelor care se importau.

În anul 1973, împreună cu un colectiv de la Combinatul Metalurgic din Cîmpia-Turzii, s-au asimilat oțelurile de extrudare la rece OE—C10 x și OE 18 C N 20, care se elaborează curent pe bază de caiet de sarcini. De asemenea, s-a reușit fabricarea soluțiilor de fosfatare, a bisulfurii de molibden și a sculelor de extrudare.

Procesul de extrudare la rece

Procesul tehnologic de extrudare la rece constă, în general, din cinci etape : debitarea semifabricatului, tratamentul termic, tratarea suprafeței și ungerea semifabricatului, extrudarea și prelucrarea finală a piesei extrudate.

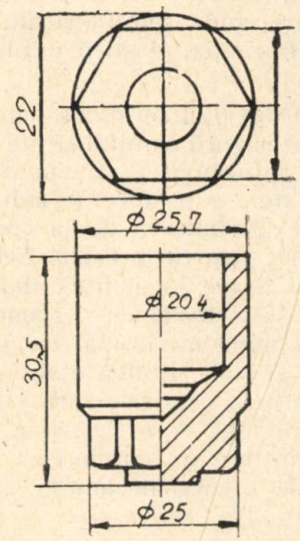


Fig. 2 Piuliță capac extrudată. Material : OE — C10 X

În calculul tehnico-economic, pentru stabilirea oportunității execuției unor piese prin extrudare la rece, este strict necesar să se stabilească întregul proces tehnologic, pornind de la materia primă și pînă la realizarea semifabricatelor, în stadiul comparabil cu alte procese tehnologice. Debitarea semifabricatului se poate face prin tăierea cu fierăstrăul obținîndu-se un semifabricat cu suprafețe frontale plane și plan-paralele. În schimb, se produce o pierdere însemnată de materie primă (pînă la 50%) și o productivitate mică care necesită un număr mare de mașini.

Semifabricatele se mai pot obține prin forfecare, folosind prese cu excentric, sau alte instalații cu viteză mare.

Pentru obținerea unei structuri corespunzătoare, care să asigure proprietățile necesare de plasticitate înaintea extrudării, se aplică tratamente termice de normalizare și recoacere la semifabricate din oțel, sau de recoacere pentru cele din metale și aliaje neferoase. Tratarea suprafeței are ca scop obținerea unui strat separator între material și sculă, acest strat constituind, în același timp, și un suport corespunzător al lubrifiantului. Pentru micșorarea frecării, semifabricatele, după tratarea suprafeței, sînt unse.

Alegerea lubrifiantului prezintă o importanță deosebită și este determinată de materialul care se extrudează, de forma piesei, de felul și mărimea deformării, precum și de presiunea specifică și încălzirea produsă la presare.

După lucrările de pregătire, urmează operația propriu-zisă de extrudare. Pentru aceasta, semifabricatul este introdus în matrița de extrudare, preferabil cu ajutorul unui dispozitiv de alimentare. În funcție de forma și dimensiunile piesei ce se execută, extrudarea se face în una sau mai multe operații — cînd trebuie realizată o variație relativ mare a secțiunii, sau cînd acest lucru este impus de forma piesei ce se execută (de exemplu la piese cu mai multe trepte de diametru). În cazul folosirii mai multor operații de extrudare, trebuie să se intercaleze în general cîte un tratament termic de recoacere, între diferitele etape de extrudare, pentru a se restabili capacitatea de deformare a materialului. Trebuie ca, după fiecare recoacere, să se repete și tratarea suprafeței. Este necesară prelucrarea ulterioară a pieselor extrudate, cum ar fi rectificarea (pentru suprafețele fine și cu toleranțe precise) și filetarea, deoarece acestea nu se pot realiza prin extrudare.

Materiale care se extrudează. Practic se poate extruda la rece orice material care prezintă o anumită plasticitate, respectiv posedă capacitate de deformare plastică : metalele și aliajele nereferoase, oțelurile și chiar fontele nodulare feritice sau ferito-perlitice. Pentru aparatura de injecție se extrudează la rece piese din oțel carbon foarte moale OE—C 10X, oțeluri slab aliate cu crom și nichel OE—18 C N 20, oțeluri cu crom și mangan și alte oțeluri, iar dintre aliajele neferoase aliajul de aluminiu Al Si Cu Mg.

Se impune ca materialele să aibă o structură omogenă ; la oțeluri, structura neomogenă în benzi a feritei (care se datorește în special temperaturii necorespunzătoare a ultimei trepte de laminare) nu se admite. Cînd se constată o structură neomogenă și cu granulație mare numai în zona marginală, atunci aceasta se datorește gradului subcritic de tragere. În cazul în care se acceptă ca oțelul să fie tras, atunci starea de livrare a acestuia trebuie să fie : recopt, cojit, tras. Este interzisă efectuarea unei recoaceri, după tragerea la temperaturi de peste 700°C, deoarece — la ultima treaptă de tragere — reducerea de secțiune este foarte mică, putînd să apară în zona marginală gradul critic de deformare (10 .... 12 % pentru oțel) care va determina formarea unei granulații grosolane la recoacerea ulterioară. Această granulație grosolană determină fragilizarea materialului și fisurarea acestuia, la debitarea prin forfecare sau în timpul extrudării. Se preferă starea de livrare laminat, recopt, cojit care asigură calități optime pentru extrudare, însă cojirea ridică foarte mult prețul.

În afară de structură, se impun și condiții de puritate, modul de apreciere a mărimii și

repartiției incluziunilor nemetalice putîndu-se realiza după scări etalon.

Debitarea. Operației de debitare i s-a acordat o deosebită atenție, deoarece aceasta determină precizia volumetrică a piesei și contribuie la eficiența economică a tehnologiei de ansamblu.

Acestea se referă la obținerea unor profiluri puțin deformate, cu o mare exactitate a volumelor și lungimilor, precum și realizarea unor semifabricate cu o lungime mică, în raport cu secțiunea lor transversală.

Pentru extrudarea la rece, semifabricatele trebuie să corespundă următoarelor condiții (fig. 3) :

— abaterea volumetrică $\eta = \frac{\Delta V}{V} = 0{,}02$;

— subțire $f_0 = \frac{f}{d} = 0{,}02$;

— turtire $c_0 = \frac{c}{d} < 0{,}1$;

— neplaneitate $b_0 = \frac{b}{d} < 0{,}1$;

— gîtuire $s_0 = d - d_1 = 0{,}02$;

— abatere de la perpendicularitate $\alpha = 2{,}5^0 — 9^0$.

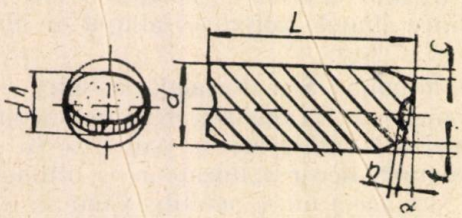


Fig. 3 Indicatori de precizie recomandați pentru semifabricate debitate prin forfecare.

Calitatea semifabricatelor debitate depinde de o serie de factori, dintre care cei mai importanți sînt :

— calitatea materialului care se debitează, calitate determinată de proprietățile mecanice, structură, forma secțiunii;

— lungimea relativă a semifabricatului;

— metoda de debitare ;

— condițiile de debitare : temperatură, viteză de deformare, caracterul solicitării

— sculele (forma cuțitului, starea muchiilor, rigiditatea) ;

— utilajele (precizia avansului barei, viteza de deformare).

În fiecare caz concret, există o variantă optimă determinată de factorii menționați, astfel că eficiența economică să fie maximă.

Ținînd seama de procesul de forfecare, cercetările experimentale a dus la concluzia că se poate îmbunătăți suprafața debitată prin două metode diametral opuse:

— mărimea plasticității barei, astfel încît debitarea să aibă loc numai sub acțiunea forțelor tăietoare, fără a se produce o rupere fragilă ;

— mărirea intenționată a fragilității (deci a durității), pînă cînd semifabricatul se rupe fragil, cu deformație plastică minimă înaintea ruperii.

La piesele din oțel se aplică debitarea semideschisă care asigură semifabricate debitate de calitate corespunzătoare, atît pentru abaterea de la planeitate a suprafeței (rezultate în urma debitării), cît și abaterea de la perpendicularitate. Practic, pentru precizia debitării, un rol important îl are jocul între diametrul bucșei tăietoare și al barei. Neperpendicularitatea suprafeței depinde nu numai de jocurile din matriță, dar și de calitatea oțelului supus debitării. De aceea, este necesară stabilirea — pentru fiecare oțel — a valorilor optime ale jocurilor amintite și corelarea acestora cu caracteristicile fizico-mecanice ale oțelului respectiv.

Abaterea de la planeitate este minimă pentru jocurile optime. Valoarea optimă a jocurilor depinde în mare măsură de duritatea și tenacitatea oțelului debitat. Astfel, pentru oțelul cu 0,45 % C, jocul optim este de circa 3,8% din diametrul barei, pentru oțelul cu 0,10% C acest joc este de 5,7—5,9% din diametrul barei. Pentru oțeluri dure și rapide (în special în stare tras la rece), jocul optim este de 1,3 .. 2,5 % din diametrul barei. În cazul alegerii unui joc corespunzător, pentru debitarea semideschisă se pot obține abateri de la perpendicularitate de maximum 4^0.

Dintre metodele de debitare prin forfecare, cea mai mare precizie, îndeosebi pentru semifabricate cu lungime mică, o oferă debitarea închisă. Dar această metodă nu se bucură de succes, deoarece nu s-a reușit să se evite efectele negative ale frecării de contact dintre marginea semifabricatului și cuțit, în condițiile unei presiuni mari. În prezent, cea mai mare utilizare o au procedeele de debitare semideschisă (fig. 4) și semiînchisă.

Debitarea cu viteze mari prin impact

Printre cei mai importanți factori cu influență asupra calității suprafeței debitate este viteza de debitare. De obicei, la presele de debitare viteza cuțitului mobil nu depășește 0,3 m/s și suprafața debitată prezintă abateri de la forma geometrică. Pentru precizie foarte mare, se folosește debitarea cu viteze înalte, la care, în timpul forfecării, datorită vitezei foarte mari cu care este acționată bucșa mobilă de tăiere în zona deformată, apar viteze de întindere foarte ridicate.

Dacă deformarea se produce cu o astfel de viteză, încît căldura care ia naștere prin efortul termic al deformării nu poate fi transmisă prin conductibilita-

te în masa piesei, atunci deformarea cît și ruperea materialului se realizează simultan și instantaneu. Ruperea se produce la temperatură înaltă (cca. 1000°C), cu o scădere mare a rezistenței la deformare în zona de forfecare.

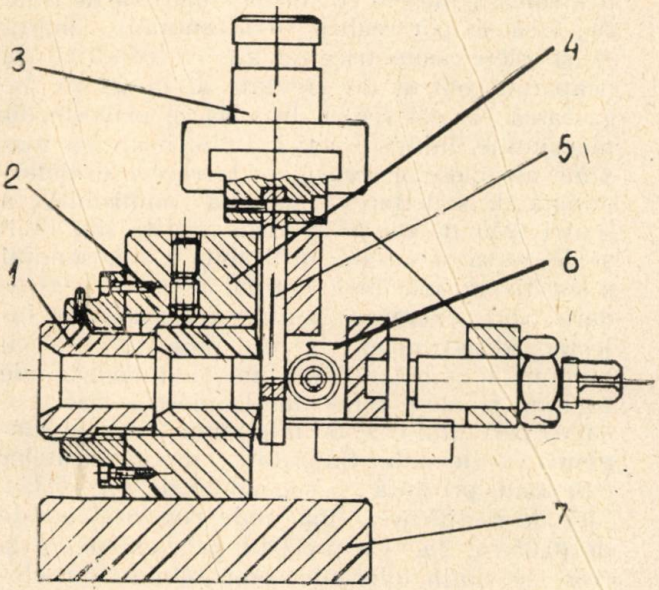


Fig. 4 Dispozitiv pentru debitare semideschisă.
1 – bucșă conductoare ; 2 — bucșă cuțit ; 3 – cap de prindere ; 4 – corpul dispozitivului ; 5 – cuțit ; 6 — limitator cu rolă ; 7 – placă de bază.

Pentru debitarea semifabricatelor în vederea extrudării la rece a pieselor din componența aparaturii de injecție, se folosește o presă pneumatică cu impact, dotată cu dispozitivul din figura 5 [1].

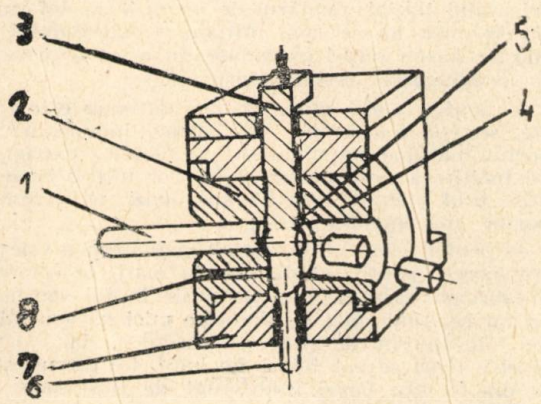


Fig. 5 Dispozitiv de debitare prin forfecare.
1 – bară ; 2 – bucșă de tăiere fixă ; 3 – cuțit mobil ; 4 — bucșă de evacuare ; 5 – degajare în bucșă ; 6 – împingător pneumatic ; 7 – carcasă ; 8 – canal pentru aer comprimat.

Precizia semifabricatelor debitate se caracterizează prin abaterea de la paralelismul fețelor transversale de max. 3^0, ovalizarea la distanță de 0,5 mm de la suprafața frontală este de 0,8 mm, abaterea de la perpendicularitate sub $1,5^0$ iar gradul de ondulare a suprafetei de rupere sub 0,5 mm.

Tratamentul termic. Chiar oțelul cu carbon sub 0,1 %, în timpul debitării prin forfecare, se ecruisează în zona de tăiere, fiind necesar un tratament de recoacere de detensionare.

În extrudarea la rece însă tratamentul termic trebuie să asigure o structură omogenă (recoacerea de omogenizare) și maxim de plasticitate, respectiv cu duritate minimă (recoacere de globulizare, recoacere de înmuiere).

Normalizarea

Normalizarea reprezintă tratamentul cel mai bun, pentru a elimina structura grosolană și neomogenă a oțelurilor carbon și aliate îndeosebi cu conținut de carbon între 0,12% și 0,25%. Multe oțeluri prezintă, în stare de livrare, o structură neomogenă în benzi ferito-perlitice, structură necorespunzătoare pentru un proces de extrudare la rece. Aceasta se poate elimina printr-o răcire rapidă de la temperatura de austenitizare. Este necesară o viteză maximă de răcire, dacă este posibil, să permită totodată transformarea perlitică.

Pentru oțeluri nealiate cu carbon redus, viteza de răcire poate fi cu puțin peste 30—40 °C/min. Pentru oțelurile neliate, cu 0,30—0,40% C, viteza maximă de răcire este de 40°C/min. Mărimea grăuntelui austenitic are o mare influență în obținerea unei structuri fără benzi, prin răcire continuă. Dacă mărimea grăuntelui crește sub efectul unei temperaturi de austenitizare ridicate, tendința de formare a benzilor scade și prin urmare viteza minimă de răcire în tratamentul termic de eliminare a benzilor poate să fie mai mică. De exemplu, la un oțel nealiat cu 0,35% C, prin răcirea de la 860°C cu viteza de 10°/min, se obține o structură cu benzi foarte pronunțate. La același oțel, prin răcire re la 1050°C cu aceeași viteză de răcire, s-a obținut o structură lipsită de benzi. Pentru majoritatea oțelurilor nealiate, cu conținut redus de carbon, calmate cu aluminiu, se poate aplica o normalizare prin încălzire la 920°C, urmată de răcire cu o viteză de cca. 20°C/min.

Recoacerea de înmuiere

Acest tratament termic se aplică oțelurilor cu peste 0,20% C, care au fost supuse în prealabil unui tratament de normalizare, sau oțelurilor cu peste 0,20% C (urmat de un proces de globulizare a cementitei). Recoacerea de globulizare constă în încălzirea oțelului pînă la o temperatură puțin peste Ac_1, menținerea la această temperatură, și apoi aplicarea unei răciri lente. Datorită grăunților mici de austenită și a unui număr mare de incluziuni nedizolvate de cementită secundară, se formează perlita globulară.

Recoacerea de recristalizare

Se aplică în procesul de extrudare la rece, ca o operație intermediară între două trepte de extrudare cu grad mare de deformare (cînd materialul este puternic ecruisat și nu mai permite o nouă deformare la rece), sau la sfîrșitul procesului de extrudare.

Structura oțelurilor înainte de extrudare

Extrudarea la rece a oțelurilor se poate efectua mai bine cînd sînt utilizate oțeluri cu structură granulară uniformă, cementita prezentînd o formă sferoidală.

Un oțel utilizat pentru extrudare la rece conține ferită și perlită în cantități dependenete de conținutul de carbon. În aceste oțeluri ferita constituie materialul moale, în care se găsesc înglobați grăunți duri de perlită. Grăunții de perlită trebuie să fie distri-

buiți cît mai uniform posibil, deoarece dacă sînt concentrați reduc plasticitatea și pot să determine fisuri în timpul deformării.

Utilaje pentru tratament termic

Pentru tratamentul termic al pieselor din oțel în procesul de extrudare la rece, se recomandă a se folosi două tipuri de cuptoare și anume : cuptoare verticale cu mufă, cu circulație forțată a atmosferei de protecție și cuptoare continue cu bandă. O linie tehnologică pentru recoacere în cuptoare verticale cu mufă este formată din cuptorul propriu-zis și cele trei gropi de răcire. După călirea pieselor și scurgerea timpului prescris, mufla cu piese se scoate din cuptor și se introduce în una din cele trei gropi de răcire. Atît în timpul încălzirii cît și în timpul răcirii, piesele se găsesc în atmosferă de protecție. Cuptoarele verticale cu mufă se pot folosi pentru recoaceri de recristalizare, de înmuiere și pentru normalizări, la toate categoriile de oțeluri extrudate.

Fosfatarea și lubrifierea. În timpul extrudării la rece, datorită deplasării materialului sub acțiunea unor presiuni ridicate, apar procese de uzură atît la scule cît și la piesele supuse deformării și, în multe cazuri, gripări între piese și scule.

Cercetările cît și practica de producție au demonstrat necesitatea creării unor straturi separatoare între suprafețele metalice în contact. Straturile separatoare obținute prin fosfatare s-au dovedit extrem de eficiente, fiind legate metalic de materialul de bază și permițînd, prin structura lor microporoasă, înglobarea unui lubrifiant adecvat.

Fosfatarea, ca proces tehnologic general, cuprinde mai multe operații și anume : degresarea, decaparea, spălarea, fosfatarea, spălarea și uscarea.

Structura stratului de fosfat depus este de o deosebită importanță pentru procesul de deformare plastică la rece : acesta trebuie să fie uniform, fin și aderent. Grosimea stratului de fosfat se recomandă a fi 5—15 microni sau 30 . . . 45 miligrame/dm² de suprafață a pieselor. Lubrifierea se aplcă după pregătirea suprafeței prin fosfatare sau prin alte procedee. Alegerea lubrifianților și lubrifierea constituie o etapă decisivă în realizarea tehnologiei de extrudare la rece.

În cazul extrudării la rece a oțelului, presiunea la interfața semifabricat-matriță poate atinge 250 daN/mm², în funcție de gradul de deformare obținut și materialul folosit. Din aceste motive, lubrifianții trebuie să corespundă anumitor condiții legate de o bună izolare a semifabricatului de matriță și de reducerea frecării. Lubrifiantul nu trebuie să adere la pereții matriței și, de asemenea, să poată fi ușor îndepărtat de pe suprafața pieselor după extrudare. Pentru extrudarea la rece, rezultate foarte bune se obțin folosind ca lubrifiant bisulfura de molibden (MoS_2) [1].

Elemente tehnologice. Alegerea metodei de extrudare, a fazelor de deformare a dimensiunilor inițiale a semifabricatului, se face în funcție de forma piesei. Domeniul cel mai larg îl formează piesele cu formă simetrică de rotație, însă se pot realiza — în anumite condiții — și piese asimetrice axiale cu condiția ca, neapărat, centrul de greutate al piesei să se găsească pe axa sculei. În ceea ce privește dimensiunile, limita practică a dimensiunilor maxime ale pieselor extrudate la rece este determinată de solicitarea maximă admisibilă a sculei (250 daN/mm² pentru matrițe din oțel) și de cursa și sarcina utilizabilă a poansonului respectiv de mărimea și tipul presei de extrudare. Spre exemplu, pentru aparatura de injecție, se extrudează la rece piese din oțel cu lungime maximă de 100 mm și diametru de 25 mm, la piese pline, iar la piesele care grosimea peretului este de minimum 2 mm și lungimea — de 3 *d*. Suprafața semifabricatelor extrudate prezintă o rugozitate de 0,1—0.35μ, față de rectificarea fină unde rugozitatea este de (0,05—i, 2μ. Ca precizie, prin extrudare la rece se obțin toleranțe comparabile cu prelucrarea prin așchiere pe strunguri automate.

Determinarea elementelor tehnologice

Inițial este necesar să se elaboreze un desen de piesă extrudată ținînd seama de desenul constructiv, de material și de utilaj. Pe baza acestui desen, se pot determina elementele tehnologice necesare elaborării unui proces de extrudare la rece și anume: volumul de metal necesar, forma și dimensiunile semifabricatului inițial, numărul de operații de deformare și succesiunea lor. Forma inițială a materialului depinde de forma piesei extrudate. În acest scop se pot face următoarele recomandări :

— pentru piese pline, dacă înălțimea este mai mare, se vor folosi bare sau sîrme, independent de raportul înălțime pe diametru al pieselor extrudate ; dacă înălțimea este mai mică, se vor utiliza bare sau pastile brut ștanțate din foi sau benzi, indiferent de raportul înălțime/diametru ;

— pentru piese cilindrice, cînd înălțimea este mai mare, pereții subțiri și diametrele mari, se vor folosi semifabricate ștanțate din materiale în foi sau benzi; cînd au înălțimi mici și diametre mici se vor utiliza bare, indiferent de grosimea pereților, iar pentru diametre mari se pot folosi fie bare, fie discuri ștanțate din foi sau benzi, indiferent de înălțimea sau grosimea pereților.

După ce s-au determinat volumul, forma și dimensiunile semifabricatului inițial, se poate stabili succesiunea operațiilor, respectiv planul de operații. Acesta va cuprinde nu numai procesul de extrudare propriu-zis, dar și operații intermediare cum sînt : calibrarea, tratamentele termice și tratarea suprafeței. Primul lucru de care trebuie să se țină seama este pregătirea semifabricatului inițial. Se va avea în vedere ca semifabricatul să nu prezinte bavuri, denivelări sau rizuri de la debitare. Este foarte recomandabilă aplicarea unei calibrări înainte de extrudare.

Deformarea principală totală poate fi calculată pentru întreg procesul de extrudare. Acest calcul se poate exprima mai bine logaritmic, respectiv prin deformarea reală principală φ_g, deoarece deformările parțiale — în cazul extrudării în mai multe etape —

Tabel

Limitele maxime ale deformării într-o singură operație

Material	Limitele maxime ale deformării	
	Deformarea specifică convențională ε	Deformarea reală principală φ_9
Al 99,5 Al Mg Si (recopt)	Pentru secțiune: $\varepsilon_F = \frac{F_0 - F_1}{F_0} = 95—99\%$ Pentru grosimea pereților: $\varepsilon_S = \frac{S_0 - S_1}{S_0} = 90—95\%$	Pentru secțiune: $\varphi_F = \ln \frac{F_0}{F_1} = 250—460\%$ Pentru grosimea pereților: $\varphi_S = \ln \frac{S_0}{S_1} = 230—300\%$
Al Cu Mg Al Mn Cu Oțel C<0,10%	$\varepsilon_F = 90—95\%$ $\varepsilon_S = 80—90\%$	$\varphi_F = 230—300\%$ $\varphi_S = 150—230\%$
Am 63 și 72 Oțel C≤0,20	$\varepsilon_F = 75—80\%$ $\varepsilon_S = 70—75\%$	$\varphi_F = 140—190\%$ $\varphi_S = 120—140\%$

pot să fie adunate într-o sumă aritmetică, dacă sînt exprimate logaritmic.

Problema cea mai importantă este dacă deformarea totală trebuie efectuată într-o singură operație sau mai multe. Într-o singură operație nu se poate efectua decît o deformare maximă limitată, a cărei mărime depinde de piesa extrudată, de caracteristicile metalului utilizat și de utilaj. În tabelul 1 se dau, pentru diferite materiale, deformările maxime care se pot realiza într-o singură operație de deformare.

Dacă extrudarea este efectuată în mai multe operații, trebuie rezolvată problema alegerii gradelor de deformare, precum și tratamentul de recristalizare care se impune totdeauna înaintea oricărei operații de extrudare propriu-zisă.

Fiecare reper necesită un proces tehnologic specific. Chiar dacă s-a elaborat un plan de operații teoretic ideal, în practică apar ca necesare o serie de modificări și îmbunătățiri. Elaborarea unui proces tehnologic de extrudare prezintă anumite dificultăți datorate particularităților pe care le au piesele respective, de aceea rezolvarea se găsește mai ales pe cale practică, prin experimentări.

Utilaje

În stadiul actual, pentru extrudare se folosesc utilaje cu cele mai diverse sisteme de acționare, impuse de procedeele variate de extrudare și chiar de fazele de lucru ce intervin în cadrul unui singur proces de realizare a unei piese. Se constată că, pînă în prezent, nu s-a construit un utilaj destinat să efectueze toate operațiile de extrudare. Alegerea tipului optim de utilaj se face pe baza unei serii întregi de caracteristici impuse de fiecare reper, sau tehnologie aleasă în parte. Dintre principalele caracteristici de care se ține seama la alegerea preselor, cele mai importante sînt: variația forței de-a lungul cursei de lucru, precizia posibilă de realizat, productivitatea și caracteristicile constructive.

În funcție de condițiile procesului tehnologic se folosesc mai multe tipuri de prese și anume: prese mecanice, prese hidraulice și mașini speciale pentru extrudare la rece.

Privitor la precizie, se constată că precizia, în ansamblu, a unei piese extrudate este puternic diminuată de precizia utilajului, respectiv de precizia elementelor în mișcare (berbec-poanson) față de masa de așezare-matriță.

Presele de extrudare nu pot fi confundate cu presele pentru ștanțare-debavurare etc., acestea trebuind să corespundă preciziei mașinilor de rectificat, atît pentru elementele în mișcare cît și sub aspectul rigidității elementelor statice.

Pentru extrudarea reperelor de la aparatura de injecție, se folosesc prese mecanice cu excentric special de 2500 KN, cu alimentare automată și prese cu genunchi de 4000 KN, cu alimentare manuală.

În timp ce la presele cu alimentare automată se realizează 2400 piese/h, la presele cu alimentare manuală se obțin circa 500 piese/h. Rezultă clar că problema dezvoltării procedeului este condiționată de productivitatea preselor de extrudare, care — în cazul alimentării manuale — necesită investiții de utilaje și suprafețe de 4—5 ori mai mari, iar costul pieselor extrudate devine, în unele situații, defavorabil datorită creșterii volumului de manoperă.

Concluzii

Extrudarea la rece are o mare importanță pentru construcția de mașini, datorită faptului că reduce considerabil consumul de metal și manoperă și implicit de energie. Este un proces care se pretează foarte ușor la mecanizarea și automatizarea operațiilor și — fapt esențial — a operației de extrudare propriu-zisă.

În etapa actuală, industria noastră are nevoie de prese de extrudare mecanice de puteri 2500—4000 KN, cu precizie înaltă, fiabile și cu alimentare automată.

În aceste condiții se pot crea, cu maximum de avantaje, ateliere de extrudare la rece în orice întreprindere constructoare de mașini unde calculele tehnico-economice justifică aceasta.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Teodorescu, Al.*: Tehnologia extrudării metalelor. Editura Tehnică, București, 1975.

CZ : 621.771.4

Unele aspecte teoretice și practice privind extrudarea semifabricatelor pentru industria de componente electronice

Ing. Tudor **OLARU** — I.P.R.S. Băneasa

Considerații introductive

Producția de componente electronice semiconductoare trebuie să rezolve, în principal, următoarele trei mari probleme : realizarea structurilor propriu-zise, obținerea semifabricatelor suport și de încapsulare și montajul controlul și sortarea componentelor. Dacă realizarea structurilor implică mai ales procedee tehnologice de natură fizico-chimică, celelalte faze ale procesului de fabricație, și în primul rînd producția de semifabricate, au un pronunțat caracter mecanic — acesta ocupînd un procent important pe ansamblul procesului de fabricație.

Principalele caracteristici ale semifabricatelor pentru componente electronice, cu implicații directe asupra tehnologiilor de obținere a acestora, sînt : precizia dimensională și geometrică foarte înaltă, condiții deosebite privind calitatea suprafeței, serii mari și foarte mari de fabricație, interschimbabilitate totală, compoziție chimică stabilă și garantată a materialului ș.a.

Printre tehnologiile care asigură aceste cerințe (ștanțarea fină și de precizie, ambutisarea adîncă a tablelor subțiri și groase, formarea în volum, ștanțarea, calibrarea și sinterizarea), extrudarea ocupă o pondere importantă, circa 30% (fig. 1), datorită valențelor ei care satisfac întru totul cerințele impuse semifabricatelor.

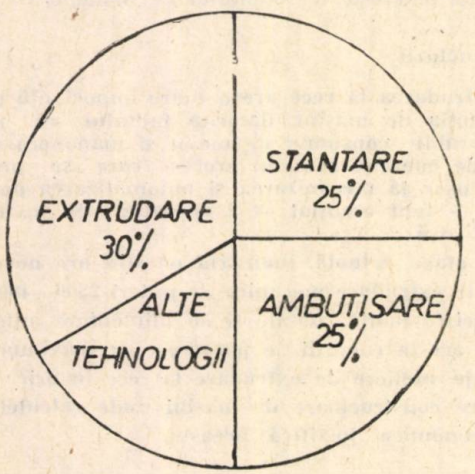


Fig. 1 Ponderea diferitelor tehnologii utilizate la obținerea semifabricatelor destinate componentelor electronice.

Condiții determinante în promovarea extrudării

Introducerea extrudării la I.P.R.S. — Băneasa a fost determinată de trecerea masivă de la fabricația componentelor de mică putere și larg consum, la cele industriale, profesionale și speciale, precum și de necesitatea renunțării la importuri. În acest sens, se poate arăta că asimilarea intensivă a semifabricatelor importate anterior și a celor pentru produse noi a condus la economii reprezentînd cîteva milioane de dolari.

Necesitățile și specificul întreprinderii au dictat dezvoltarea, cu preponderență, a extrudării de neferoase (Al și Cu) a pieselor bimetalice (combinații cupru — oțel) și, în mai mică măsură, a oțelului. Pentru aceste materiale, extrudarea s-a aplicat ca atare, cît și în combinație cu ambutisarea, ștanțarea și alte procedee. De asemenea, se precizează că producția a fost axată pe piese mici și medii, cu masa între 5÷200 g, cu cerințe pretențioase de calitate a suprafeței și precizie dimensională, operațiile ulterioare de corectare fiind cît mai mult reduse sau chiar excluse.

În general, se extrudează anual peste 12 milioane de piese, care pot fi grupate în 5—6 familii mari, printre care : bazele diodelor de uz general de medie și mare putere, bazele diodelor auto, conexiuni catod pentru diodele de mare putere, capotă diode auto și tuburi de aluminiu (vezi fig. 2, 3, 4, 5).

Asimilarea tehnologiei de extrudere a acestor familii de piese a condus la obținerea următoarelor efecte :

— calitatea foarte bună a suprafețelor, factor determinant la realizarea prin lipire sau presare a unor contacte electrice de calitate și a unor rezistențe termice reduse ;

— precizia dimensională și geometrică ridicată, necesară și avantajoasă la procesarea în sisteme automate a semifabricatelor.

— interschimbabilitate — strict necesară în producția de masă și de serie mare — prin dispersia redusă a cîmpului de toleranțe ;

— grad înalt de folosire a materialului — factor important de economisire a unor metale scumpe și deficitare ;

— productivitate ridicată, costuri și cursuri de revenire favorabile.

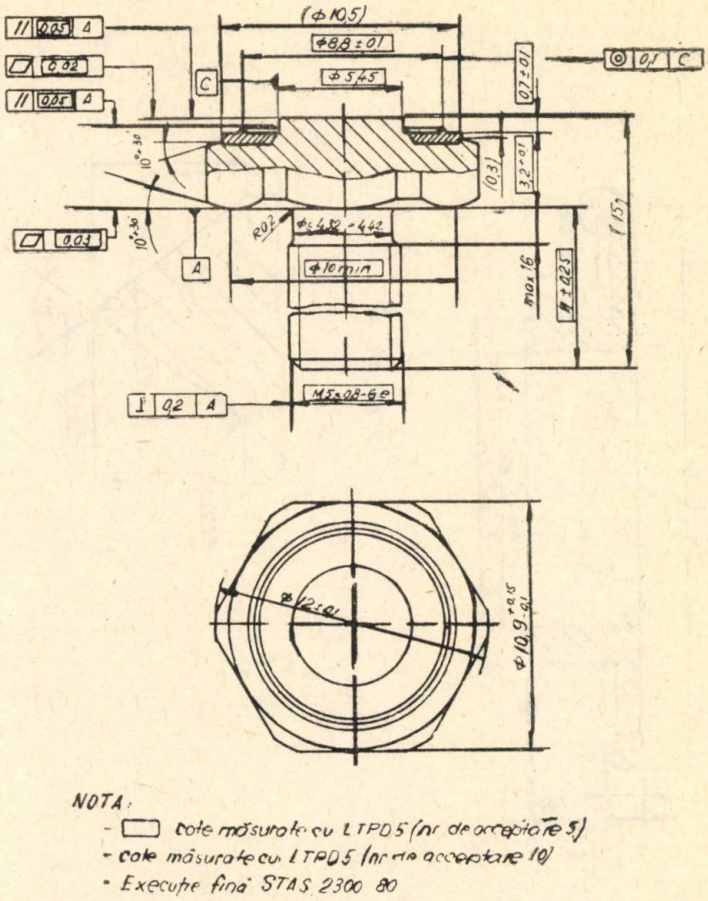


Fig. 2 BAZA DO 4 — extrudare combinată de **cupru** și oțel.

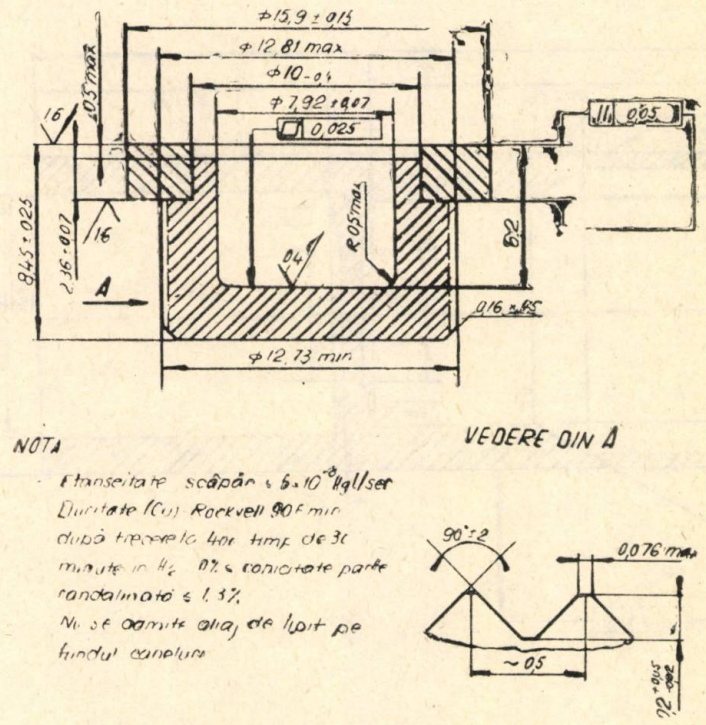


Fig. 3 BAZA R.S.A. — extrudare combinată **cupru** și oțel.

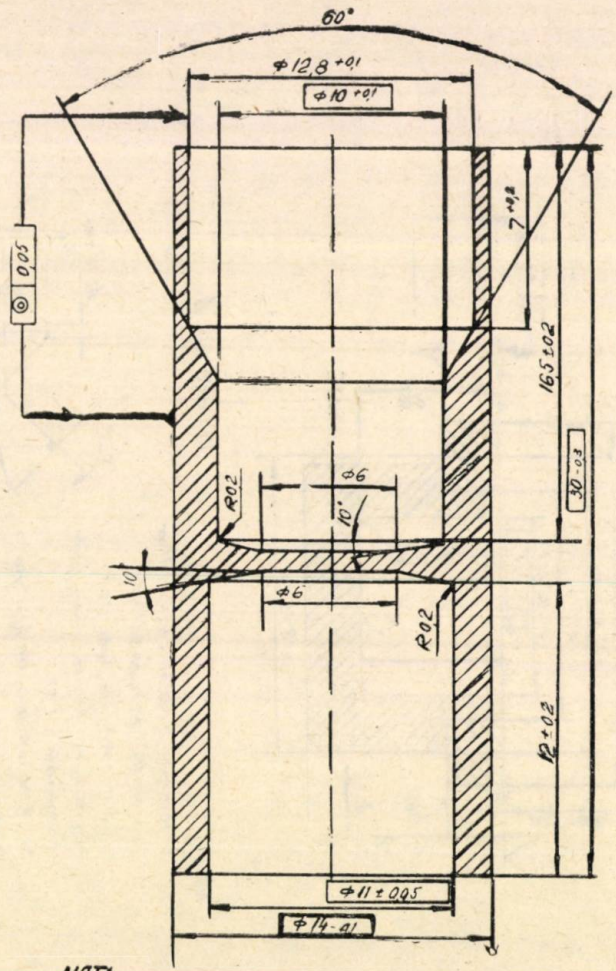


Fig. 5 CONEXIUNE CATOD TU — extrudare de cupru.

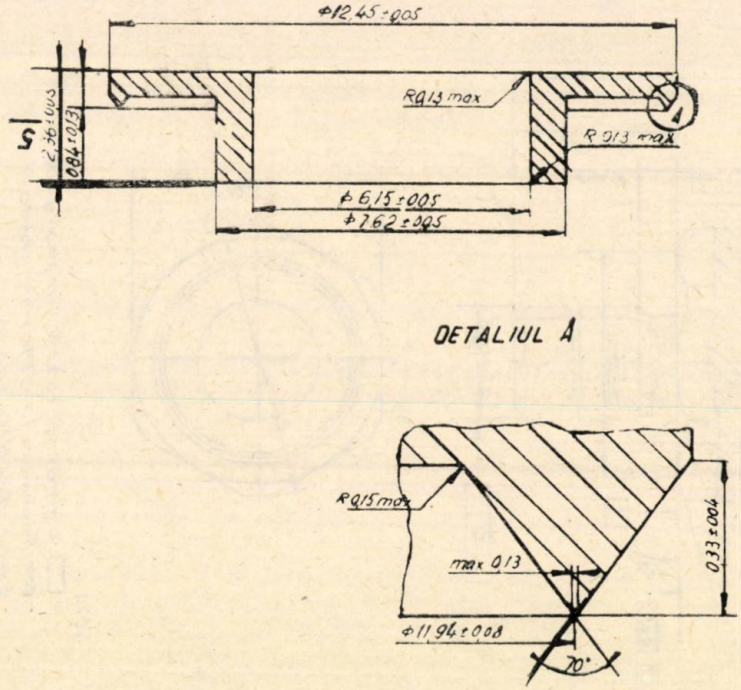


Fig. 4 Cuveta R.S.A. — extrudare din oțel.

Concepții și soluții aplicate

Se apreciază că pentru aplicarea cu succes a tehnologiei de extrudare ponderea diferitelor faze ale pregătirii tehnologice este următoarea: pregătirea semifabricatelor : 30% ;

— calitatea materialului extrudat și a oțelului de scule : 30% ;

— proiectarea și executarea sculelor : 25%;

— rigiditatea și precizia utilajului de deformare : 5% etc. (fig. 6).

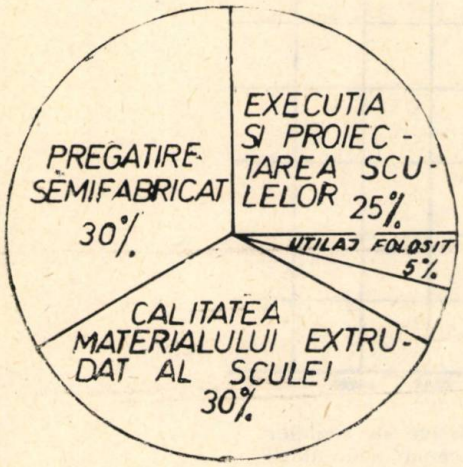


Fig. 6 Ponderea factorilor care concură la reușita extrudării.

Dată fiind importanța tratamentelor termice și termo-chimice, a acoperirilor electro-chimice și a lubrifierii semifabricatelor, se acordă o atenție sporită acestor operații, care au fost grefate pe sectorul chimie și prelucrarea sticlei existente în întreprindere.

Întrucît întreprinderea nu dispune de cuptoare cameră cu vatră mobilă și atmosferă controlată, s-au utilizat cuptoare tunel cu bandă și atmosferă de azot și hidrogen, acesta din urmă acționînd ca reducător.

Debitarea semifabricatelor reprezintă o problemă deosebit de importantă, impunîndu-se debitarea din bară a pastilelor cu greutate foarte strîns tolerată ($\pm 0{,}1 \div 0{,}2$ g) și cu geometria neafectată, mai ales cînd lungimea pastilei este mai mică decît diametrul : $l/d < 1$. Pentru debitare se folosesc dispozitive cu bucșe sau cuțite care dau rezultate satisfăcătoare.

Extrudarea propriu-zisă se realizează cu scule de concepție și fabricație proprie, care au fost tipizate pe familii de piese.

La baza concepției I.P.R.S. — Băneasa, privind modul cum se proiectează o sculă de extrudare de înaltă precizie, productivă și cu durabilitatea ridicată, stă interpretarea și abordarea sistemică a procesului de extrudare : în procesul de deformare plastică la rece apar intercondiționări între elementele sistemului presă, sculă, piesă extrudată. Elucidarea corectă a acestor interacțiuni, ierarhizarea și cuantificarea lor, sub forma eforturilor și deformațiilor (elemente dinamice) și a jocurilor și abaterilor dimensionale și de poziție (elemente statice), constituie principala sursă de date de calcul pentru proiectarea sculelor și a tehnologiilor, precum și pentru definitivarea formei constructive a pieselor extrudate.

Spre exemplu, deformațiile batiului presei se transmit sistemului de ghidare al matriței și reciproc, impreciziile matriței influențează jocurile și uzurile ghidajelor berbecului, în cazul unui proces intensiv și de lungă durată ș.a.m.d. Aceste considerații, verificate de experimente și de procesele de producție, conduc la concluzia că dimensionările clasice la rupere în proiectarea sculelor de extrudare sînt nesatisfăcătoare, calculul corect urmînd a se face prin stabilirea unor deformații elastice minime, admisibile, pentru un element constructiv sau un ansamblu, și dimensionarea acestora în consecință. De asemenea, alegerea preciziei de execuție, pentru diferite elemente sau subansamble, trebuie însoțită de verificarea consecințelor dinamice nedorite ce pot apărea în procesul de extruziune.

Un alt factor cu rol important, în creșterea fiabilității sculelor și a calității pieselor obținute, îl reprezintă uniformitatea și stabilitatea jocurilor ; în acest sens s-a acordat o atenție aparte sistemului de ghidare al matriței atît ca soluție tehnică, cît și ca tehnologie de execuție, montaj și întreținere.

Calitatea suprafețelor părților active ale sculelor reprezintă, prin rugozitatea foarte mică, duritatea suprafeței (62—65 HRC) și abateri de formă și poziție cît mai reduse, alt element important pentru realizarea unei durabilități sporite. Efectul global al acestor măsuri, reprezentat prin numărul de piese obținut cu un set de părți active, se poate vedea în fig. 7.

Geometria părților active trebuie să țină seama de forțele de frecare și de rezistențele de curgere ce apar în procesul de extrudare, în sensul că, în funcție de cele de mai sus, este necesar să se prevadă — pe suprafețele de lucru ale matrițelor și poansoanelor, înclinații, degajări și conicități de ordinul sutimilor de milimetru sau chiar al micronilor, care să asigure desfășurarea în condiții optime a procesului de extrudare, din punctul de vedere al curgerii materialului și al forțelor care se opun eliminării piesei din sculă. S-a constatat că se poate folosi efectul de variație a forțelor de frecare și a rezistențelor de curgere, la stabilirea locului unde rămîne piesa extrudată în sculă. Același efect poate fi folosit în cazul extrudării combinate, pentru reglarea lungimilor de curgere pe diferite direcții sau sensuri.

În ceea ce privește proiectarea părților active, literatura de specialitate prevede norme precise și obligatorii. Spre exemplu, lungimea mică a poansoanelor și absența variațiilor bruște de diametru, în general a concentratorilor de eforturi, duce la lungimea duratei de funcționare a acestora.

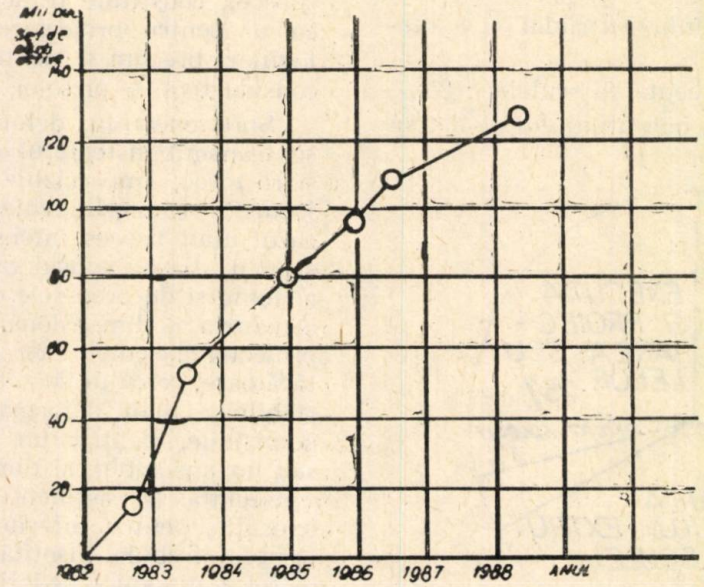


Fig. 7 Creșterea fiabilității părților active ale sculelor de extrudare, obținută pe seama acumulării de experiență teoretică și practică, în proiectarea, execuția și exploatarea sculelor de extrudat.

În fabricarea matrițelor de extrudare, uniformitatea grosimii pereților și evitarea unghiurilor ascuțite și a muchiilor fără rază de racordare conduc, de asemenea, la creșterea duratei lor de exploatare.

Soluții constructive în proiectarea sculelor

La conceperea și proiectarea sculelor de extrudare, ca o caracteristică generală, trebuie avute în vedere acele soluții constructive care asigură închiderea forțelor ce apar în timpul extrudării, prin elemente rigide cu deformații elastice minime. De asemenea, sculele trebuie să permită o înlocuire rapidă, fără demontarea de pe presă a pieselor cu uzuri sau avarii.

În figurile 8, 9, 10, 11, 12, 13 și 14 sînt prezentate diferite soluții constructive adoptate cu bune rezultate în procesul de extrudare. Spre exemplu figurile 8, 9, și 10 arată dispozitive de prindere rapidă a părților active, bazate pe asamblări conice și bucșe elastice, forța de strîngere fiind realizată prin intermediul filetelor.

Din figura 11 rezultă o construcție care permite realizarea unei matrițe (oale) de extrudare din două bucăți, etanșate astfel încît nu permite pătrunderea materialului prin suprafața de separație a celor două semimatrițe.

Sistemul constă într-o asamblare pe con care creează pe suprafața de contact a celor două semimatrițe o presiune mai mare decît presiunea ce apare la curgerea materialului. Presiunea este creată cu ajutorul mai multor șuruburi dimensionate corespunzător. Suprafețele de contact trebuie să aibă planeități, paralelisme și perpendicularități de ordinul 0,002 mm — 0,003 mm, iar abaterea conului — maximum 10".

În figura 12 se prezintă o soluție de principiu, folosită la extruderea combinată a tuburilor, pe o presă mai puțin precisă ; compensarea erorilor de centrare se face prin reglarea poziției oalei de extruziune cu ajutorul a trei șuruburi la 120°, cu matrița montată pe presă.

În figura 13 se arată modul de realizare a unei piese nervurate din oțel, al cărei semifabricat a fost cuprat după ștanțare, în vederea reducerii frecărilor.

În figura 14 prezintă o construcție care permite reducerea razelor de racordare ale unei piese obținute prin ambutisarea din tablă groasă de oțel. Aceasta constă dintr-o matriță de ambutisare succesivă cu 14 posturi de lucru. După cum se vede din figură, o parte din materialul flanșei este transferat în corpul cilindric al piesei micșorînd razele; se observă, de asemenea, că poansonul 3 nu este solicitat la compresiune ci numai la uzură. Construcția

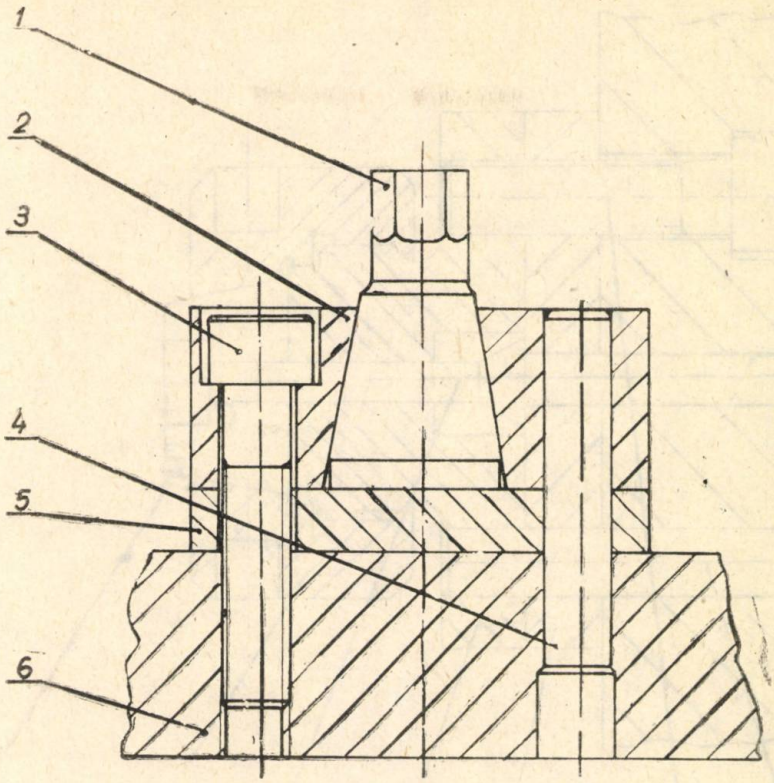


Fig. 8 Soluție de prindere pe con a unui poanson de extrudare. Alezajul conic și alezajele pentru știfturi sînt obținute prin rectificare în coordonate.
1 — poanson ; 2 — placă port poanson ; 3 — șurub ; 4 — știft centrare ; 5 — placă de presiune ; 6 — placă de bază.

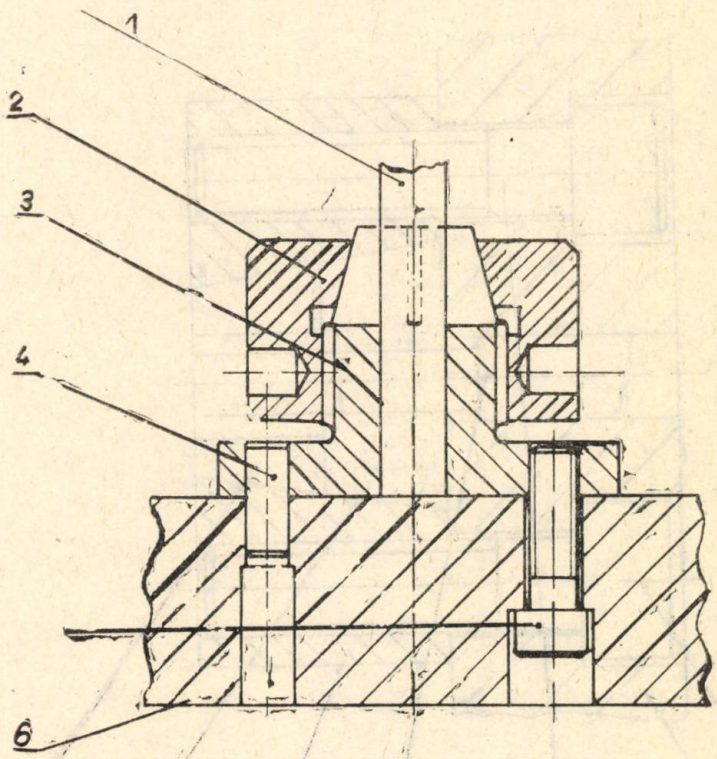


Fig. 9 Prinderea rapidă a unui poanson de extrudare.
1 — poanson ; 2 — piuliță specială ; 3 — bucșă elastică ; 4 — știft centrare ; 5 — șurub prindere ; 6 — placă de bază.

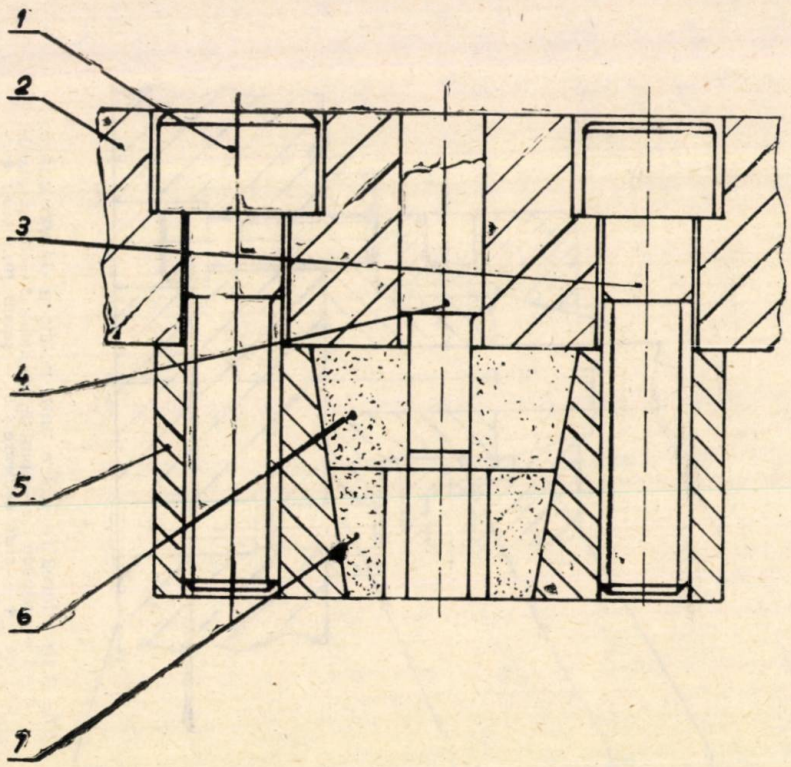


Fig. 11 Incintă de extrudare formată din două semimatriţe.

1 — şurub ; 2 — placă de presiune ; 3 — şurub ; 4 — ejector ; 5 — inel de presiune ; 6 — semimatriţă superioară, semimatriţă inferioară.

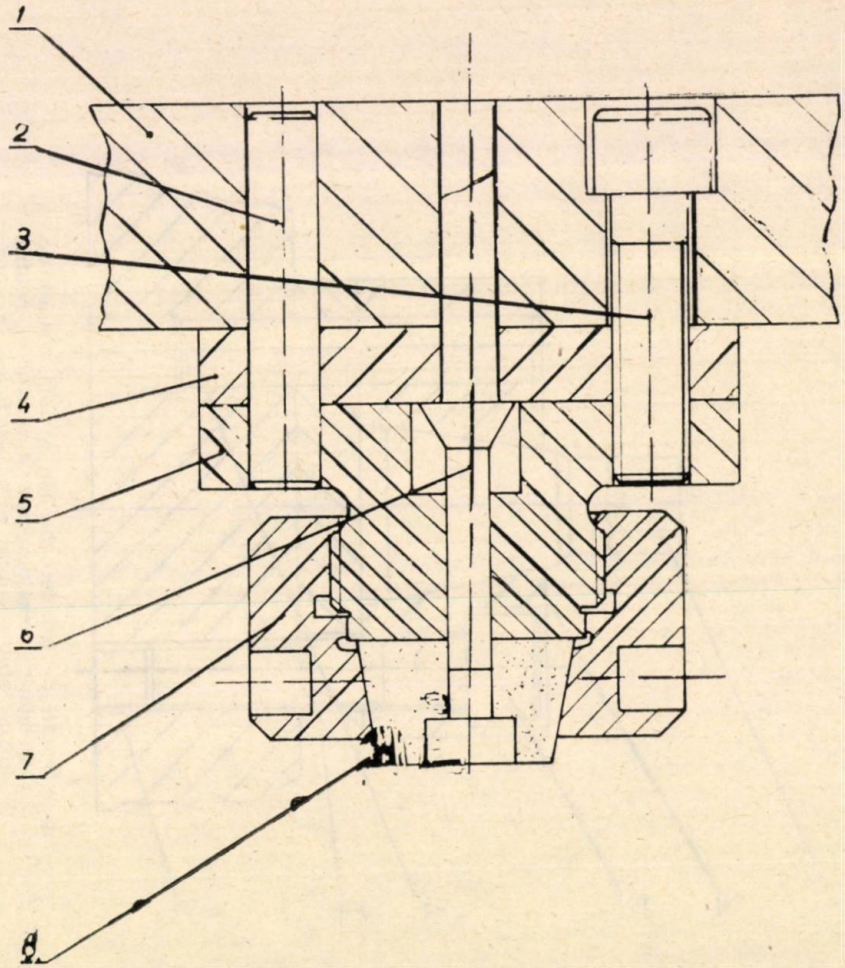


Fig. 10 Prinderea rapidă a matriţei (oalei) de extrudare.

1 — placă de capăt; — 2 — ştift de centrare ; 3 — şurub prindere ; — 4 placă de presiune ; 5 — flanşă port-bucşă ; 6 — ejector ; 7 — piuliţă specială ; 8 — oală extrudare.

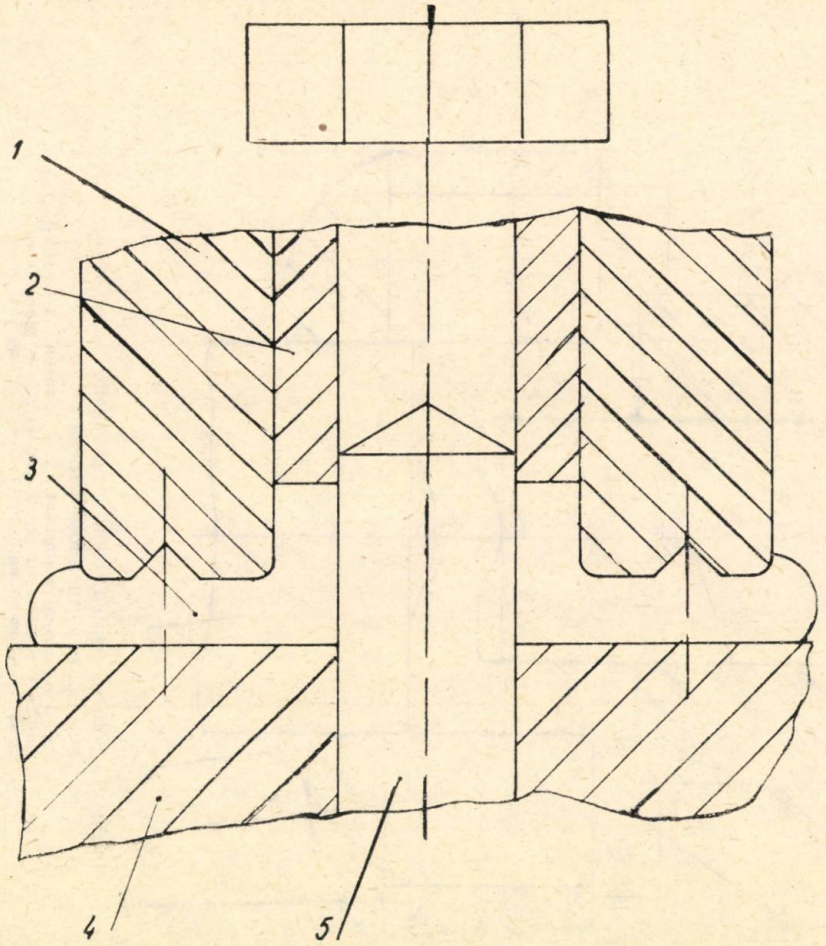


Fig. 13 Modul de obținere a unei piese nervurate din oțel.

1 — poanson ; 2 — ejector ; 3 — piesă extrudată ; 4 — contrapoanson ; 5 — centrator ; 6 — semifabricat recopt și cuprat după ștanțare.

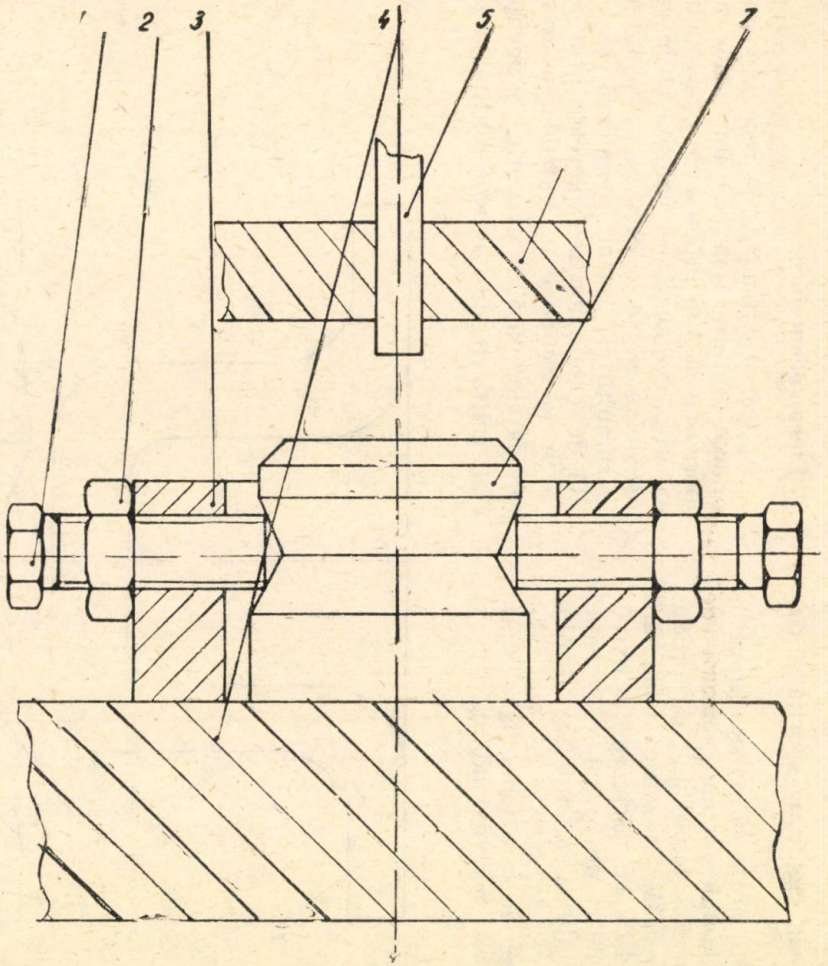


Fig. 12 Soluție de principiu folosită pentru centrarea sculei direct pe presă în cazul folosirii unor utilaje mai puțin precise.

1 — șurub de reglare ; 2 — piuliță de blocare ; 3 — corp ; 4 — placă de bază ; 5 — poanson ; 6 — placă de ghidare ; 7 — matriță.

se caracterizează prin rigiditate sporită și fiabilitate ridicată.

În final, se poate arăta că reușita procesului de extrudare depinde în mare măsură de felul cum colaborează tehnologul de produs cu proiectantul de SDV, în sensul adaptării tehnologice a piesei de la așchiere la extruziune, unele modificări de formă, dimensiuni și condiții tehnice fiind inerente și stîrnind deseori controverse. Din fericire, multe din problemele care trec de la o tehnologie la alta se rezolvă favorabil prin extrudare.

Efecte economice

Aplicarea extrudării la rece a permis asimilarea tuturor reperelor importate anterior, abordarea de noi produse cu componentele lor specifice, economisirea valutei, obținerea unor însemnate efecte în ceea ce privește reducerea consumului de metal, manoperă și energie, față de confecționarea pieselor prin așchiere. La unele componente, extrudarea apare ca o metodă singulară de execuție, exigențele privind calitatea suprafețelor, duritatea specifică

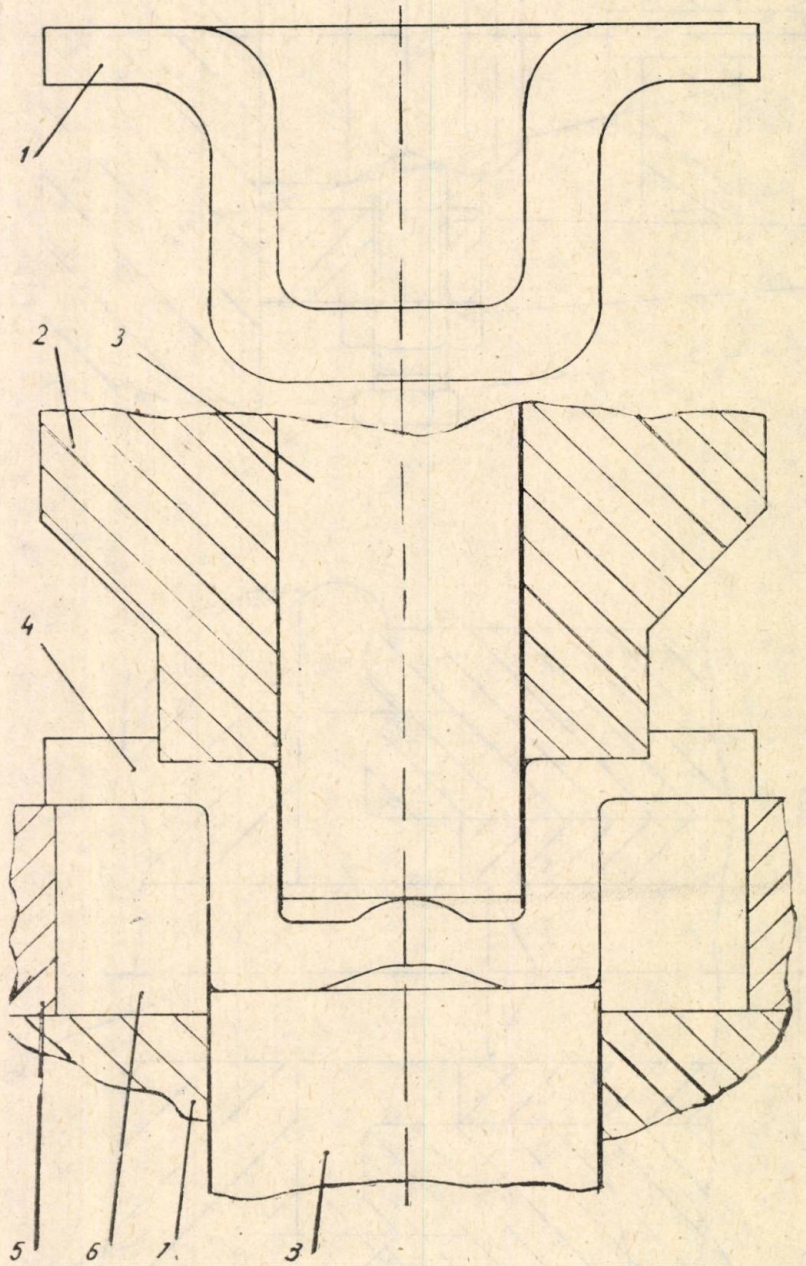


Fig. 14 Soluție pentru reducerea razelor unei piese ambutisate din tablă groasă.

1 — semifabricat ambutisat ; 2 — poanson ; 3 — centrator ; 4 — piesa cu razele reduse ; 5 — placă port-bucșă ; 6 — bucșă calibrare ; 7 — placă de presiune ; 8 — ejector.

și competitivitatea tehnico-economică impunîndu-se ca proces unic.

Din grafic (fig. 15) rezultă că a fost posibilă creșterea numărului de piese extrudate,

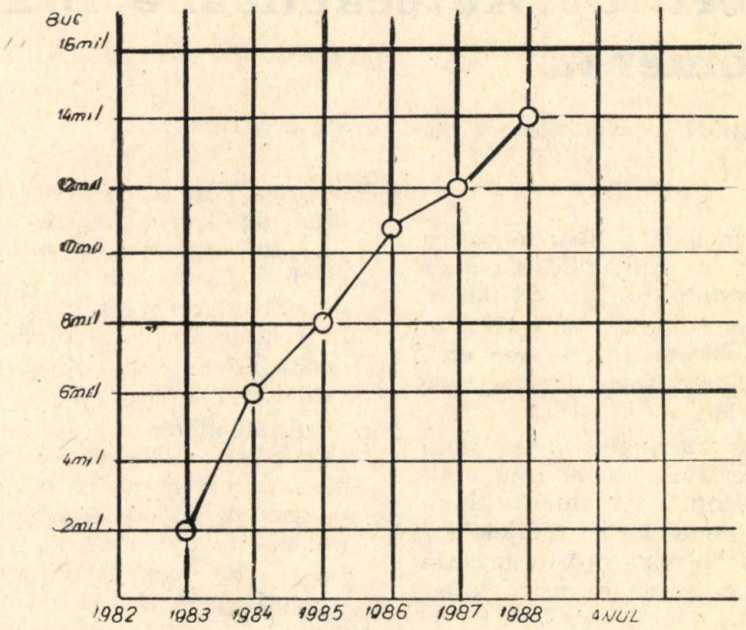


Fig. 15 Evoluția producției de semifabricate obținute prin extrudare la I.P.R.S. — Băneasa..

de la 2 milioane în 1983 la 11 milioane în 1986, cu posibilități de creștere, în 1986, la 14 milioane bucăți și peste, în funcție de cereri.

Pentru patru familii importante de piese reprezentînd circa 11,2 milioane de piese/an, economiile de metal și manoperă, față de așchiere, sînt prezentate în tabelul 1, pe marginea căruia se pot face următoarele comentarii :

— economiile de manoperă și de material sînt evidente, productivitatea fiind în cazul extrudării de trei ori mai mare decît la așchiere ;

— calitatea pieselor extrudate este mai bună decît a celor așchiate. Pentru unele repere, problema obținerii prin așchiere, mai ales în cazul seriilor mari, nici nu se poate pune, extrudarea constituind soluția unică.

Perspectivele tehnologiei de extrudare la rece

Ținînd seama de evoluția extrudării în I.P.R.S. — Băneasa tehnologie inexistentă în 1981, care asigură aproape 30% din cantitatea de semifabricate necesară în anul 1986, precum și de dezvoltarea posibilă a producției întreprinderii, se întrevede extinderea acestei tehnologii la circa 14,5—15 milioane piese în 1990. În acest scop se intenționează a se acționa în următoarele direcții :

— dotare cu prese cu cadru închis, foarte rigide, cu forțe cuprinse între 40—150 tf, cu utilaje de tratament termic, precum și cu utilaje specializate de debitat pastile ;

— studierea și fabricarea unor sisteme automate de alimentare cu piese (pentru piese mici și cadențe ridicate), prin folosirea aparaturii electronice de comandă și a unor mecanisme de tip robot ;

— perfecționarea sistemelor de obținere a semifabricatelor cu $l/d<1$ și a unor forme speciale de semifabricate ;

— studierea posibilităților de creștere a fiabilității sculelor eventual prin modelarea procesului de extrudare și prelucrarea acestuia pe calculator ;

— adaptarea eficientă a unor sisteme de protecție a sculelor care să evite dubla alimentare și alimentarea în fază de piesă neevacuată și să oprească procesul atunci cînd solicitarea sculei a fost depășită.

Pe plan național s-ar impune studierea posibilităților de fabricare centralizată a pastilelor pentru extruziune. Aceasta ar rezolva o mare problemă legată de semifabricate. Pentru un raport $l/d<1$, semifabricate de calitate se pot obține din ștanțare, dar în acest caz se pune problema deșeurilor, care influențează negativ prețul de cost. Dacă aceste pastile ar fi produse de către o întreprindere care elaborează și materialul, problema deșeurilor nu s-ar mai pune, ele putînd fi reintroduse imediat în procesul de fabricație.

C.Z. : 621.771.4

Extrudarea la rece a metalelor și experiența Intreprinderii de Autocamioane Brașov în acest domeniu

Subing. Romulus **GHERMAN** – Întreprinderea de Autocamioane Brașov

Generalități

Extrudarea este o metodă pentru formarea pieselor de diferite forme, prin aplicarea unor operații succesive prestabilite, ca refularea, preformarea, extrudarea directă sau inversă, alungirea pe dorn, calibrarea, perforarea etc., asociate cu operații de recoaceri intermediare și tratare a suprafețelor.

Deformarea se face sub acțiunea presiunii exercitate asupra materialului, care este obligat să se deplaseze printr-o secțiune liberă (matriță). Majoritatea metalelor și aliajele lor pot fi deformate sau formate într-o măsură mai mică sau mai mare prin aplicarea unor forțe adecvate.

Plasticitatea unui metal depinde de capacitatea cristalelor de a se deforma în anumite direcții definite, odată ce a fost depășită o anumită tensiune critică, fără ca în acest fel să se distrugă legătura dintre straturile care alunecă; această proprietate a metalelor și aliajelor este utilizată în procedeul extrudării.

La Intreprinderea de autocamioane Brașov se aplică toate cele trei metode de extrudare la rece cunoscute, respectiv :

a) extrudarea directă — procedeul în care metalul curge în sensul de mișcare a poansonului. În timpul deformării, metalul se deplasează în raport cu matrița, fiind prezente forțe de frecare pe toată suprafața lor de contact. Această metodă este utilizată frecvent la extrudarea la rece a bolțurilor și șuruburilor

b) extrudarea inversă — este procedeul în care metalul curge în sens invers mișcării poansonului. Metoda este folosită în producția de tuburi, piulițe, piese cave etc. ;

c) extrudarea combinată — la care metalul curge atît în sensul deplasării poansonului cît și în sens contrar, piesele obținute avînd o formă destul de complicată.

Avantaje și rezultate obținute în asimilarea tehnologiei de extrudare la rece

Experimentarea acestui procedeu la Intreprinderea de Autocamioane din Brașov a început în anul 1971, într-o stație pilot, prin fabricarea pistoanelor de aluminiu de la cilindrii receptori de frînă ai autocamioanelor de tipul SR 211, pe o presă hidraulică de 100 tf (fabricată în R.S.C.) care prezenta un înaintat grad de uzură. Insistîndu-se asupra acestui început, după circa 6 luni de probe și încercări au fost găsite soluția optimă pentru sculele de extrudare și materialul care se comporta bine la astfel de prelucrări și care să satisfacă condițiile tehnice impuse piesei de către constructor.

Analizîndu-se multiplele avantaje care impun acest procedeu — în special reducerea consumului de metal și de manoperă — comparativ cu metodele clasice de prelucrare, tehnologia de extrudare la rece s-a extins și la piese din oțel, asimilîndu-se pînă în prezent execuția prin această tehnologie a 90 repere din componența autocamioanelor SR și ROMAN, a autoturismelor ARO și OLTCIT, cît și pentru alte produse.

Eficiența economică a procedeului, de la începutul aplicării și pînă în prezent este arătată în tabelul 1.

Eficiența procedeului de extrudare la rece la I.A. Brașov (perioada 1972 — trim. II 1986)

Tabelul 1

Total repere asimilare [buc.]	86
Total piese extrudate [tone]	3.170
Economie metal [tone]	3.690
Economie manoperă [ore]	121.770
Economie de utilaje [buc.]	48
Economie de suprafețe productive [m²]	643
Total economii [lei]	23.143.600

Alte avantaje care impun această tehnologie sînt :

— îmbunătățirea calității și a rezistenței pieselor, prin ecruisare ; astfel, în tabelul 2 sînt prezentate principalele caracteristici mecanice ale cîtorva oțeluri uzuale, înainte și după extrudare, iar din tabelul 3 rezultă îmbunătățirea rezistenței la rupere, a alungirii și a durității pieselor extrudate ;

— datorită fibrajului continuu, rezultat în urma curgerii materialului, crește — în special — rezistența la oboseală a pieselor extrudate.

Tabelul 2

	Marca oțelului	Limita de curgere σ_c [kgf/mm²]	Rezistența la rupere σ_r [kgf/mm²]	Alungirea δ [%]	Duritatea Brinell [HB]
Înainte de extrudare	OLC 10	25	33	25	100
	OLC 15	23	40	20	105
	OLC 35	32	45	20	130
După extrudare	OLC 10	40	60	10	190
	OLC 15	50	65	8	210
	OLC 35	60	75	6	230

Îmbunătățirea calității pieselor prin extrudare

Tabelul 3

Caracteristica materialului	Valoarea creșterii [%]
Rezistența la rupere	39—120
Alungirea	80—200
Duritatea HB	40—120

Din aceste avantaje, rezultă că la extrudare se pot utiliza materiale cu poprietăți de rezistență inferioare pentru execuția unor piese care reclamă caracteristici mai ridicate; spre exemplu piesa „pistonul pompei de ulei pentru puntea spate" se execută prin așchiere din oțel OLC 45 STAS 880—80, normalizat, cu $\sigma_r = 62$ kgf/mm² *). În urma probelor efectuate, pentru asimilarea acestui reper prin procedeul de extrudare la rece din oțel OEC 15 x, Caiet sarcini 389—74 — Cîmpia Turzii, s-a constatat o creștere a valorii lui σ_r pînă la 72 kgf/mm² (față de 38—43 kgf/mm², înainte de extrudare), cifră superioară valorii pentru oțelul OLC 45.

Precizia foarte ridicată și calitatea superioară a suprafețelor pieselor executate prin acest procedeu, asemănătoare celor realizate prin rectificare fină și lepuire ($R_a = 1 \div 8\ \mu m$);

o productivitate de pînă la 50 ori mai mare față de procedeul de așchiere;

calitatea constantă a pieselor datorită duratei mari de funcționare a sculelor (durata medie de viață a unui poanson este de circa 15.000 de presări, iar a unei matrițe de circa 50.000 presări, de multe ori depășindu-se aceste valori).

*) Conform sistemului internațional de unități (SI)

$1\ \text{Kgf/mm}^2 = 9.80665\ \frac{N}{\text{mm}^2}$

Parametrii cu influență hotărîtoare asupra extrudării

Procesul de extrudare la rece și economicitatea lui sînt influențate de următorii factori principali:

a) **materialele de presare** care limitează posibilitățile de extrudare prin proprietățile lor de deformare. La alegerea unui material pentru extrudare, se vor avea în vedere:

- rezistența la deformare;
- deformarea limită;
- tratamentul preliminar;
- tipul de lubrifiere aplicată.

b) **sculele de presare**, care influențează procedeul de extrudare prin capacitatea lor de încărcare și prin durata de viață. Pentru construcția unor scule economice, se va acorda atenție mărită următorilor parametri:

- materialele pentru construcția sculelor;
- solicitările ce apar în timpul lucrului;
- geometria sculelor;
- rugozitatea părților active;
- toleranțele de execuție.

c) tehnologia de extrudare caracterizată prin:

- fazele de extrudare;
- tipul extruziunii (directă, indirectă, combinată, alungire etc.);
- viteza de lucru (de deformare);
- recoacerile intermediare și operațiile de pregătirea suprafețelor;
- forma finală a piesei (toleranța de execuție, rugozitatea, grosimea fundului, diametrul exterior și interior etc.);
- tipul și performanța utilajului de presare.

Tehnologii de grup pentru extrudarea unor repere

În figura 1 este prezentată tehnologia de extrudare de grup, pentru fabricația pieselor de tip „taler arc supapă" pentru toate tipurile de motoare (135 C.P., 215 C.P., 320 C.P., ARO, OLTCIT).

Fazele de lucru sînt următoarele:

a) debitarea care se execută prin forfecare pe o presă cu excentric de 63 tf, echipată cu un dispozitiv funcționînd după principiul debitării semideschise cu strîngere pasivă, care asigură semifabricate debitate, de calitate corespunzătoare;

b) recoacerea de înmuiere a pieselor, la circa 750°C, în vederea obținerii unei structuri care să permită deformarea materialului în bune condiții;

c) pregătirea suprafeței pieselor în vederea extrudării, care cuprinde două faze distincte: fosfatarea și lubrifierea.

Fosfatarea, prin care se realizează un strat superficial, poros, legat metalic de materialul de bază; structura lui microscopică permite înglobarea unui lubrifiant corespunzător. Considerăm că fosfatarea cu toate operațiile pregătitoare (degresare, spălare, decapare) este o operație cheie în succesul extrudării.

A doua tehnologie de grup (fig. 2) indică fazele de lucru pentru obținerea prin extrudare a pieselor cave, de tip „pahar" (grupa 2; 4 conform STAS 11990—83); figura prezintă fluxul tehnologic pentru reperul „partea superioară a tachetului" din componența motorului de 135 C.P. Operațiile de debitare, recoacerile, pregătirea suprafeței pieselor și refularea sînt asemănătoare cu cele de la primul reper prezentat.

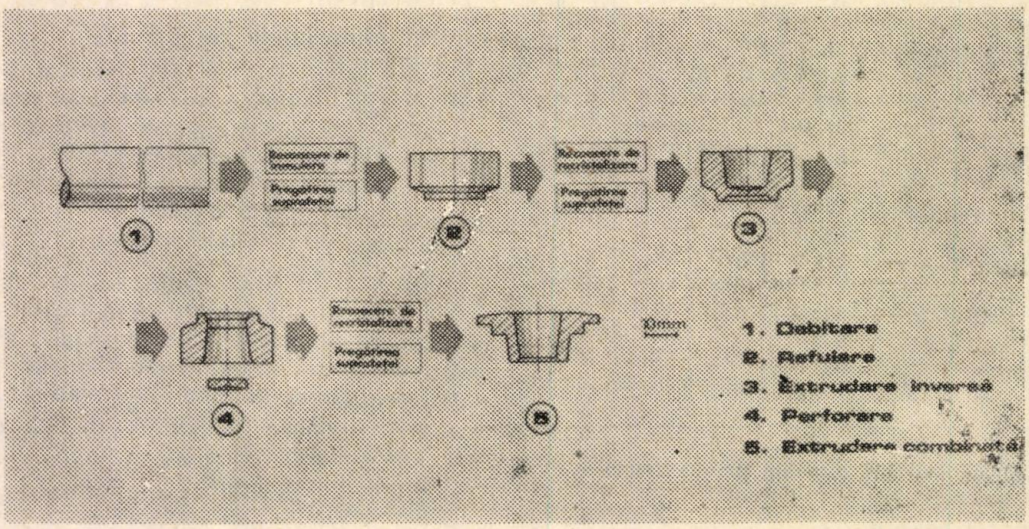


Fig. 1 Fazele de lucru pentru execuția prin extrudare la rece a pieselor de tipul „taler arc supapă".

Lubrifierea se aplică după pregătirea suprafeței pjeselor prin forfatare sau alte procedee, fiind o altă etapă decisivă în realizarea extrudării. Scopul principal al lubrifierii eset reducerea frecării din piesă și sculă, prin formarea unui strat separator între acestea. Lubrfiantul folosit depinde de procedeul de deformare și de tipul utilajului folosit. Există diferite rețete pentru lubrifianți, însă cele mai răspîndite, care se fololesc I.A. Brașov sînt următoarele:

— soluție de săpun de rufe (60—80 g/l) pentru oțel, lubrifiere umedă extrudare cu grade mici de deformare;

— bisulfură de molibden (MoS_2) pentru piese de oțel, cu grad ridicat de deformare, lubrifierea fiind uscată;

— stearatul de potasiu, tip M, omologat de „Nivea" Brașov, care se utilizează pentru lubrifierea pieselor de aluminiu și cupru; acesta înlocuiește cu succes stearatul de zinc utilizat pînă în prezent.

Fosfatarea corespunzătoare a pieselor și folosirea unui lubrifiant de bună calitate au o influență benefică asupra calității suprafeței pieselor realizate și asupra duratei de viață a sculelor.

d) operațiile de refulare, extrudare inversă și combinată, care se execută, pe o presă cu genunchi, cu operații pregătitoare între ele; de menționat că dispozitivele sînt universale — de la o operație de presare la alta, schimbîndu-se doar sculele active (poanson, matriță, eliminator);

e) operația de perforare, care se execută pe o presă cu excentric, tip PAI de 40 tf.

f) recoacerile intermediare de recristalizare, care au ca scop refacerea structurii după operația de extrudare; se fac la circa 650°C, timpul de menținere stabilîndu-se de la piesă la piesă. Piesa se execută complet prin extrudare fără operații aşchietoare suplimentare.

La operațiile de extrudare a acestui reper se pot face următoarele observații:

— faza 3 „extrudare inversă" se poate elimina, cu condiția folosirii unor scule de presare cu centrare „poanson-matriță", în acest caz fiind necesară o presă cu cursă mărită față de cele existente în dotarea actuală a atelierului;

— s-a constatat că nu este necesară operația de recoacere de recristalizare, după faza 3 de presare, întrucît gradul de deformare fiind mic piesa nu se ecruisează. În situația actuală, se execută doar operația de pregătire a suprafeței, după care are loc extrudarea finală. Pentru finalizare, piesa mai parcurge prelucrări de aşchiere (strunjire, rectificare), și sudare.

Cerințe asupra calității semifabricatelor

O problemă foarte importantă a extrudării la rece este obținerea semifabricatelor prin debitare. Debitarea se poate efectua:

— cu pierdere de material (pe strung, la fierăstrău etc.), metodă prin care se obțin semifabricate cu suprafețe de tăiere de înaltă calitate, fără deformări. Metoda prezintă însă dezavantajul pierderii de material și o productivitate scăzută. Se aplică, îndeosebi,

la metalele și aliajele moi, în cazul cînd nu se obține o calitate bună prin forfecare ;

— fără pierderi de material, prin forfecare este cea mai economică și răspîndită metodă

Defectele care apar în urma debitării incorecte (bavuri, fisuri, rugozități mari etc.) se regăsesc în piesele finite prin cutări de material, pliuri, suprapuneri (fig. 5).

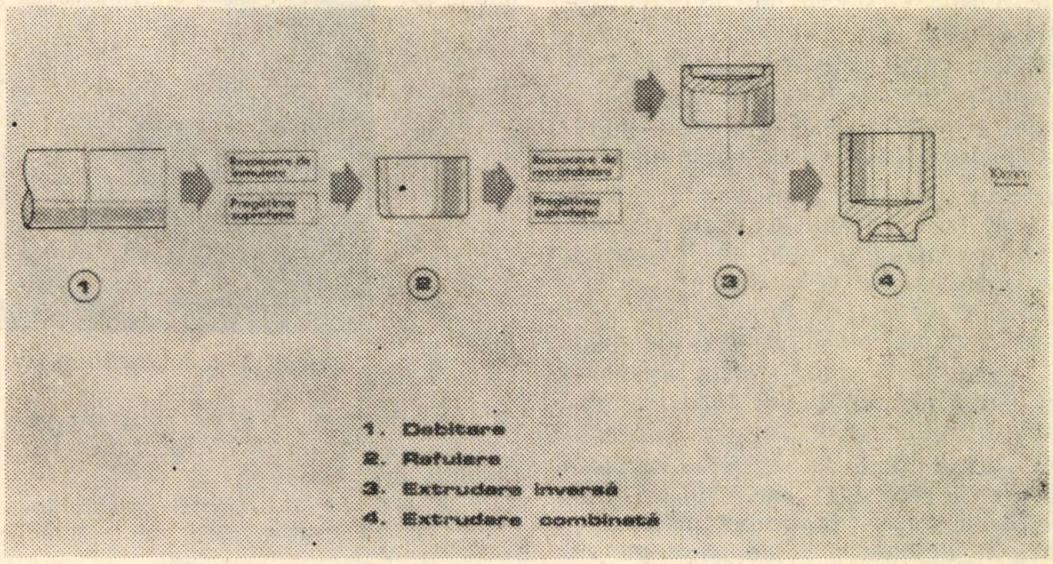


Fig. 2 Fazele de lucru pentru execuția prin extrudare la rece a pieselor cave (reper „partea superioară a tachetului" pentru motorul de 135 CP).

de debitare. Forfecarea începe întotdeauna cu o deformare plastică, în prima fază de pătrundere a cuțitului, după care apare un proces de rupere prin propagarea fisurilor din punctul de contact cu cuțitul.

Debitarea prin forfecare, în multe cazuri, este neeconomică datorită defectelor ce pot apărea pe suprafețele semifabricatelor debitate. Aceste defecte, în general, sînt :

— suprafețe forfecate cu bavură, fisuri, rugozități mari, etc. (fig. 3 și 4) ;

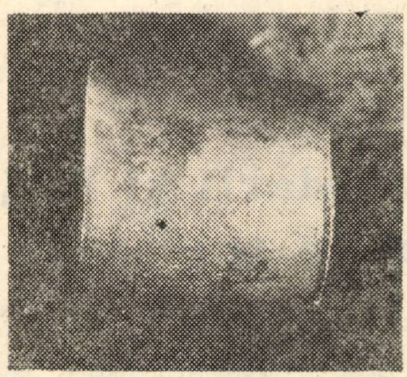


Fig. 3 Semifabricat cu bavură pronunțată, rezultată în urma debitării prin forfecare.

— ecruisarea materialului prin deformarea zonei forfecate ;

— abateri dimensionale ale formei geometrice care depășesc limita admisă ;

— abateri ale masei semifabricatelor debitate care depășesc limitele admise.

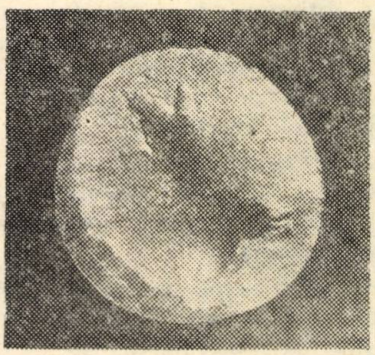


Fig. 4 Semifabricat cu fisuri apărute pe suprafața debitată prin forfecare.

Calitatea semifabricatelor debitate prin forfecare depinde de :

— calitatea materialului care se debitează, determinată la rîndul ei de proprietățile mecanice ale materialului, structură, forma secțiunii;

Fig. 5 Suprapuneri de material la o piesă extrudată,

— metoda (schema) de debitare ;

— lungimea semifabricatului ;

— condițiile de debitare (temperatura, viteza de deformare, forța de frecare etc.) ;

— scule (forma și starea muchiilor cuțitelor, rigiditate etc.);

— geometria părții active a cuțitelor și de jocul axial dintre acestea (fanta de tăiere) ;

— utilajul folosit, precizia avansului barei, viteza de coborîre a berbecului, rigiditatea.

Este important de arătat un aspect al calității barelor de oțel, folosite la obținerea de semifabricate extrudate la rece : pe suprafața barelor pot apărea urme de sculă de la prelucrare (cojire și tragere), sub forma unor rizuri sau zgîrieturi longitudinale, pe adîncimi mici.

Pentru execuția pieselor prin așchiere, aceste bare sînt corespunzătoare întrucît stratul defect este eliminat.

Utilizarea acestor bare la obținerea de piese prin extrudare la rece, însă este total necorespunzătoare, deoarece — în timpul presării — aceste rizuri se deschid și se adîncesc, piesele prezentînd în final defecte de suprafață vizibile cu ochiul liber, lucru care afectează calitatea produselor (fig. 6).

Pentru obținerea unor semifabricate corespunzătoare prelucrării prin extrudare, pe lîngă calitatea bună a suprafețelor rezultate de la forfecare, barele de material trebuie să satisfacă următoarele cerințe :

— să nu prezinte strat decarburat ;

— suprafața să fie netedă, lucioasă sau mată, fără defecte (incluziuni nemetalice, fisuri, suprapuneri, așchii) ;

— să nu aibă urme de prelucrare sau zgîrieturi transversale sau longitudinale, rămase de la cojire sau șlefuire ;

— să nu prezinte fisuri și microfisuri, atît pe suprafața barei cît și în adîncimea ei ;

— să nu existe urme sau pete de oxizi ;

— să nu prezinte capete deformate ;

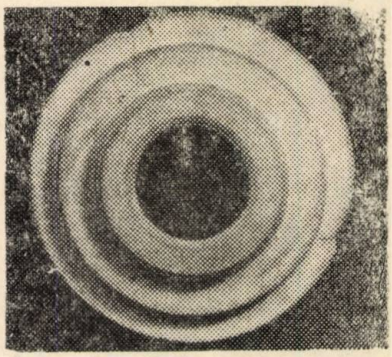


Fig. 6 Piesă extrudată care prezintă fisuri pronunțate

— diametrul să fie constant pe toată lungimea barei, iar variațiile lui să fie în cadrul toleranței hll.

Barele de oțel pentru extrudare se vor livra cu un strat subțire de unsoare neutră și vor fi ambalate în pachete.

Concluzii

În condițiile fabricației de la Intreprinderea de Autocamioane Brașov, extrudarea la rece, aplicată în prezent la circa 90 repere de serie, a permis economisirea a circa 4000 t metal, 122.000 ore manoperă s.a., economiile totale realizate în perioada 1972—1986 reprezentînd peste 23 milioane lei. Concomitent cu acestea, cercetările din laboratoarele uzinei au arătat îmbunătățirea substanțială a caracteristicilor mecanice ale pieselor și a calității suprafeței, realizîndu-se și pe această cale, o creștere a calității și competitivității produselor întreprinderii.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Teodorescu, Al.* : Tehnologia extrudării metalelor București, Editura Tehnică, 1975.

CZ : 621.771.4 : 621.73

Posibilități de aplicare a extrudării și forjării orbitale la rece în industria de tractoare

Subing. Viorel **PRALEA** – Intreprinderea „Tractorul" Brașov

Considerații preliminare

Tendințele actuale de devoltare în industria constructoare de mașini se îndreaptă spre tehnologiile de prelucrare, a căror aplicare conduce la reducerea consumurilor de metal și energie, un exemplu fiind deformarea plastică la rece. În acest sens și întreprinderea „Tractorul" a introdus de cîțiva ani procedeele de extrudare și forjare orbitală la rece.

În ceea ce privește extrudarea, specialiștii întreprinderii au întocmit un program de implementare a procedeului în producția de tractoare. Au fost studiate și selectate piese din producția curentă, pe baza următoarelor criterii :

— forma geometrică adecvată procedeului ;

— seria de fabricație minimă economică ;

— calitatea materialului.

Se cunoaște că extrudarea presupune, în general, confecționarea de piese cu forme simetrice de revoluție (fig. 1, a), cu forme interioare simetrice (fig. 1, b), cu forme exterioare simetrice (fig. 1, c) sau cu forme interioare și exterioare axial simetrice (fig. 1, d). De acest criteriu, al formei geometrice și de relațiile dintre dimensiuni a trebuit să se țină seama la alegerea pieselor.

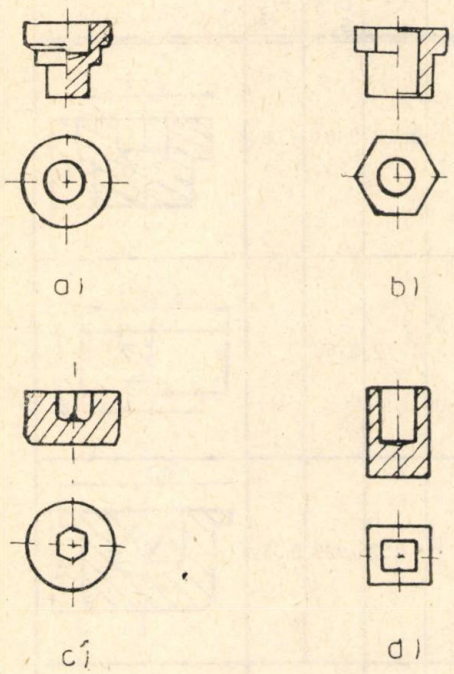


Fig. 1

În ceea ce privește seria de fabricație minimă economică, s-au selectat piese a căror serie de execuție să fie în concordanță cu masa lor, extrudarea pieselor mici prezentînd eficiență numai pentru serii mari, 10 . . . 20 mii buc., în comparație cu piesele mari care pot avea o producție de serie mai mică — pînă la 3 . . . 5 mii buc.

Calitatea materialului, cel de al treilea criteriu în alegerea pieselor, a limitat numărul lor deoarece, pentru extrudare de rece, se folosesc oțeluri cu conținut scăzut sau mediu de carbon (OLC 15, 15 Cr 08, 18 MoCN 10). Experiența noastră se rezumă, deocamdată, la încercarea și asimilarea tehnologiei de extrudare a acestor oțeluri.

Aplicarea tehnologiei de extrudare

În baza criteriilor stabilite, s-au selectat 30 de repere, pentru care s-au întocmit tehnologiile necesare, 22 de repere (tab. 1) fiind executate prin extrudare, iar alte 8 repere, prin forjare orbitală la rece.

La execuția celor 22 repere extrudabile s-a folosit extrudarea directă (tab. 1, a, b, c, d, f, g, k, l, n) inversă (tab. 1, e, m) și cea combinată (tab. 1, h, i, j). Seriile de fabricație ale reperelor prezentate sînt între 12.000 buc. pînă la 400.000 buc., iar materialele folosite la execuția lor, sînt OLC 15 și 15 Cr 08. Piesele sînt folosite în principal la tractoare (farfurii pentru arcul supapei de la motoarele tractoarelor U 650, U 445 și U 800, reducții și bucșe de la sistemul de frînare pentru tractoarele U 445, dopuri cu locaș hexagonal de la arborele motor al tractoarelor U 650 etc.). Unele dintre piese au însă o destinație universală, ca, spre exemplu, dopurile conice sau normale cu diferite locașuri pentru chei, folosite la sistemele de etanșare.

În prezent, gama reperelor extrudabile se află în extindere, 8 repere noi parcurgînd diferite stadii de încercări și finalizări (tab. 2). Printre aceste piese, sînt unele (împingătorul de la motorul de 65 CP, pistonul de la sistemul de frînare, antecamera de la motorul tractoarelor pe șenile ș.a.) cu funcționabilitate deosebită execuța lor constituind un salt calitativ în domeniul tehnologiei de extrudare. Ca perspectivă, se are în vedere proiectarea tehnologiilor și sculelor pentru alte 40 repere de la diverse tipuri de tractoare.

Efecte tehnico-economice

Realizarea pieselor prin procedeul de extrudare la rece a avut drept consecință reducerea costului lor, implicit timpi de fabricație mai mici, economie substanțială de metal, rezistență și precizie-ridicate, precum și o calitate deosebită a suprafețelor.

Pentru a ilustra avantajele procedeului, față de tehnologiile convenționale se vor face referiri la reperul „farfuria arcului supapei" (tab. 3), ales din următoarele considerente :

— cantitatea foarte mare de piese necesare;

— obținerea lor din deșeuri de tablă rămasă din fabricația curentă de tractoare în varianta extrudării ;

— geometria relativ simplă care nu solicită puternic sculele, a căror durabilitate poate să ajungă pînă la limita de uzură.

Prin tehnologia veche (fig. 1, a) aceste piese se strunjeau pe două strunguri automate cu patru posturi, productivitatea fiind de 56 piese/oră, consumul de material de 141 g/buc., iar consumul energetic de 0,75 kW/piesă. Prin procedeul de deformare plastică la rece (fig. 1, b) semifabricatul este obținut prin ștanțare sub formă de șaibă, din resturi de tablă, după care urmează operațiile pregătitoare și deformarea propriu-zisă pe o presă specializată obținîndu-se o creștere a productivității de 422%, o economie de metal de 1,128 kg/motor și o reducere a consumului energetic de 78%. Dacă se adaugă realizarea unei calități deosebite a su-

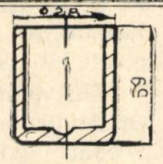
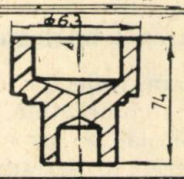
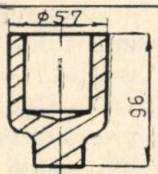
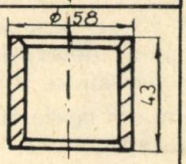
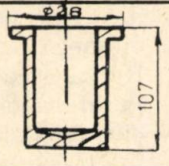
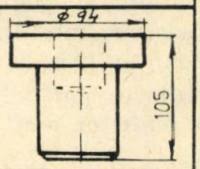
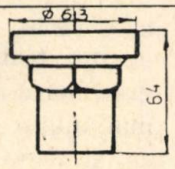
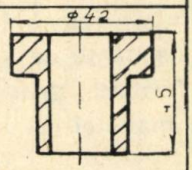
Tabelul nr 1

Date privind reperele ce se execută prin extrudare la rece

Denumirea reperului	Masa netă a piesei	Masa semifabricat: în cazul tehn. convenționale	Masa semifabricat: în cazul extrudării	Schița piesei	Denumirea reperului	Masa netă a piesei	Masa semifabricat: în cazul tehn. convenționale	Masa semifabricat: în cazul extrudării	Schița piesei
Farfuria arcului	0,035	0,141	din deșeu	a)	Dop NUT-PN 102	0,054	0,104	0,080	h)
Farfuria arcului	0,029	0,136	0,064	b)	Piuliță specială	0,112	0,180	0,134	i)
Farfuria arcului	0,041	0,086	din deșeu	c)	Dop arbore motor	0,062	0,199	0,089	j)
Farfuria arcului	0,090	0,131	0,120	d)	Dop NUT-PN 108	0,096	0,115	0,102	k)
Dop NUT-PN 7	0,136	0,180	0,150	e)	Reducție supapă	0,072	0,133	0,098	l)
Dop NUT-PN 6	0,061	0,090	0,074	f)	Pastilă	0,019	0,120	0,022	m)
Dop NUT-PN 100	0,218	0,274	0,250	g)	Bucșă	0,050	0,102	0,094	n)

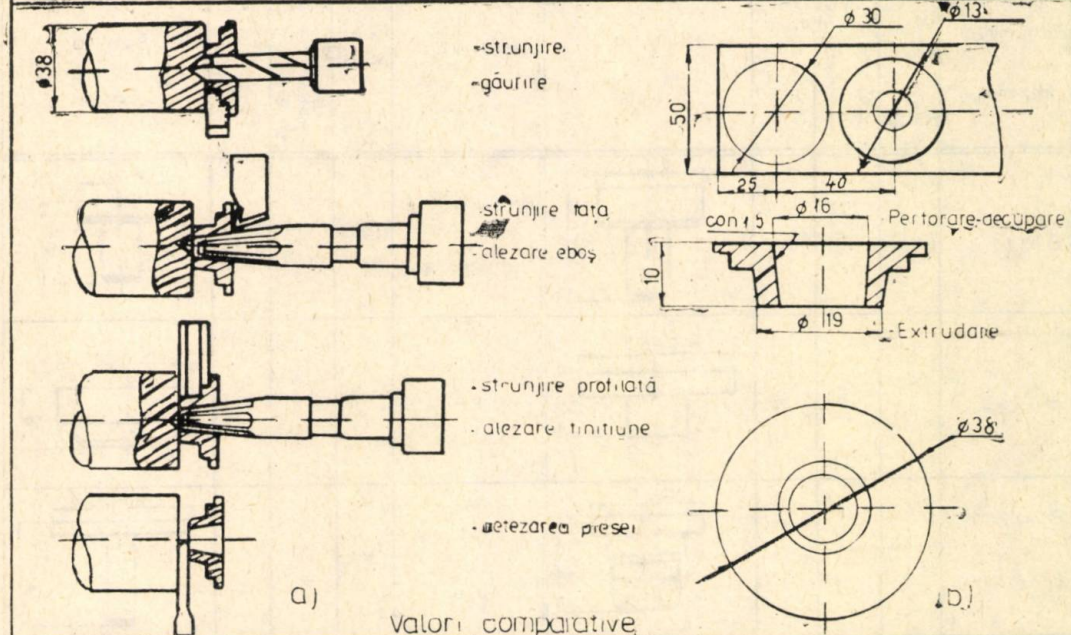
Repere ce urmează a fi executate prin extrudare la rece

Tabelul nr. 2

Denumirea reperului	Masa netă a piesei -kg-	Economie preconizată	Schița piesei	Denumirea reperului	Masa netă a piesei -kg-	Economie preconizată	Schița piesei
Impingator	0,199	0,300		Antecamera inferioară	0,570	0,850	
Corpul dispozitivului	0,948	1,150		Distanțier	0,408	1,700	
Piston	0,300	0,626		Muștă de cuplare	1,957	1,671	
Antecamera superioara	0,641	0,950		Bucșă	0,379	0,537	

Tehnologia prelucrării reperului „farfuria arcului"

Tabelul nr. 3



Valori comparative

Nr. crt.	Indicatorul	a) Varianta veche	b) Varianta nouă	Efecte economice
1	Consum material	0,141 kg/buc	confecționat din deșeuri	8 talere × 0,141 = 1,128 kg/motor
2	Productivitate	56 piese/oră	237 piese/oră	422 %
3	Putere instalată	2 × 20,4 kW	3,7 kW	
4	Consum energetic	0,73 kW/piesă	0,16 kW	78 %

prafețelor și o creștere a densității metalului, fapt ce ameliorează caracteristicile statice și dinamice ale piesei mărind durata ei de utilizare, se poate spune că s-a obținut o piesă cu maximum de rentabilitate și minimum de cheltuială.

Aplicarea tehnologiei de forjare orbitală

Gama procedeelor de deformare plastică la rece a fost completată, în ultimul timp, cu forjarea orbitală, un procedeu considerat ca fiind cel mai eficient într-un anumit domeniu de aplicație. El se bazează pe principiul aplicării unei presiuni determinate, care se deplasează ciclic pe suprafața semifabricatului.

În urma încercărilor proprii efectuate, s-a trecut la proiectarea tehnologiilor și sculelor pentru execuția a 8 repere din producția curentă de tractoare (tab. 4). Au fost alese piese ce sînt executate prin :

— refulare (gen bolțuri), la care s-a folosit mișcarea matriței oscilante de cerc (tab. 4, a, b, e) ;

— refulare (piesă disc cu tijă), cu mișcarea matriței oscilante de spirală (tab. 4, d, g, h) ;

— deformare, prin curgere pe verticală, cu mișcarea matriței oscilante pe o dreaptă (tab. 4, c, f).

Unghiul de închidere a matriței oscilante a fost stabilit în funcție de piesă, reglajul folosit fiind între 1°—2°.

Forjarea orbitală, la fel ca și extrudarea, are domenii și limite specifice de aplicabilitate, iar efectele sale (piese la dimensiuni finite sau cu adaosuri de prelucrare foarte mici, suprafețe netede, de calitate deosebită, economii mari de material) sînt substanțiale.

Un avantaj deosebit al acestui procedeu (mai ales acociat cu o refulare sau chiar o extrudare) constă în eliminarea mai multor faze intermediare, precum și obținerea de piese, imposibile de realizat prin deformările plastice la rece cunoscute pînă acum.

În tabelul 5, se exemplifică acest lucru prin prezentarea tehnologiei de fabricație a reperului : „axul pinionului". Semifabricatul de pornire este din oțel OLC 15 rotund, calibrat cu diametrul de ∅31 mm și lungimea de 193 mm. Recoacerea se face în cuptor electric, la temperatura de 740°C, după care urmează o răcire lentă la 680°C, apoi pendularea de 3—4 ori între cele două temperaturi, după care urmează o răcire în cuptor la 500°C. Prin aplicarea acestui tratament, s-a reușit obținerea unui grad mare de globulizare și o duritate de cele mai multe ori sub 100 HB. Semifabricatele sînt trecute în continuare prin băile de degre-

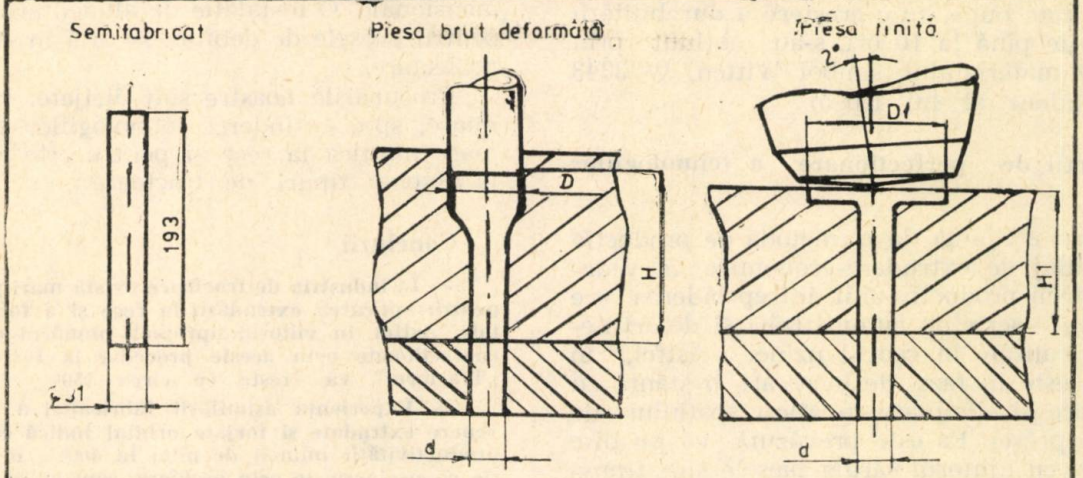
Tabelul nr. 4

Repere ce se execută prin forjare orbitală la rece

Denumirea reperului	Masa netă a piesei kg	Masa semifabricat în cazul tehn. convențional	Masa semifabricat în cazul extrudării	Schița piesei	Denumirea reperului	Masa netă a piesei kg	Masa semifabricat în cazul tehn. convențional	Masa semifabricat în cazul extrudării	Schița piesei
Bolț	0,134	0,330	0,162	a) ∅32, 50	Axul batamalei	0,015	0,056	0,018	e) ∅20, 20
Bucșă	0,170	0,290	0,198	b) ∅48, 30	Cep	0,110	0,227	0,124	f) ∅47, 18
Piuliță specială	0,070	0,196	0,119	c) ∅32, 32	Axul pinionului	0,800	1,557	1,060	g) ∅90, 96
Bucșă distanțare	0,290	0,630	0,356	d) ∅65, 30	Ax de legătură	0,800	1,620	1,140	h) ∅98, 85

Tehnologia prelucrării reperului „axul pinionului"

Tabelul nr. 5



Date principale

Material	OLC 15	Operația	refulare	Operația	forjare orbitală
Dimensiuni	ø31×193	Duritate	159 HB	Duritate	185 HB
Duritate	107 HB	D	ø 60mm	D1	ø 90 mm
		d	ø 32mm	d	ø 32 mm
		H	130mm	H1	96 mm

sare-decapare-fosfatare, după care sînt lubrifiate cu bisulfură de molibden. Urmează o operație de deformare volumetrică, pe o presă de 630 tf, materialul ajungînd după presare la o duritate de 159 HB (dimensiuni: axul de ∅32 mm, discul de ∅60 mm și înălțimea de 130 mm). Se parcurge din nou ciclul de recoacere, degresare-decapare-fosfatare, lubrifiere, urmînd procesul de forjare orbitală propriu-zis. Drept parametri specifici acestei operații s-au adoptat:

— traiectoria matriței oscilante: de spirală;
— unghiul de înclinare a matriței oscilante: 2°;
— timp de deformare ales: 20 secunde.

În ceea ce privește utilajul, presa cu matriță oscilantă tip PXW 100 dispune de o mișcare de apropiere progresivă, realizată de partea inferioară și de 4 mișcări orbitale realizate mecanic de matrița superioară. Presa poate fi introdusă în orice linie de fabricație, fără a influența în vreun fel fluxul tehnologic. La utilizarea ei, se impune un calcul atent al forței de deformare, al traiectoriei matriței oscilante și al unghiului ei de înclinare, deoarece o alegere greșită a acestora duce nu numai la distrugerea sculelor, dar influențează negativ și parametrii de funcționare a presei. Printre dezavantajele utilajului menționăm: spațiu mic de lucru, ciclu de funcționare relativ lung (3...6 piese/min), alimentare și evacuare manuală.

Considerații privind durabilitatea sculelor

Preocupările noastre, îndreptate spre extindere și creșterea economicității procedeelor prezentate, sînt de foarte multe ori întîrziate de cel mai important aspect al deformării plastice la rece — durabilitatea sculelor. Calitatea materialului de scule are o influență majoră în economicitatea procedeului. Sculele implică un grad înalt de specializare în proiectarea și execuția lor. Dacă nu prezintă durabilități raționale de folosire, cheltuielile necesitate de înlocuirea lor pot diminua cu mult economiile scontate. Materialul prevăzut pentru scule este RP 5, de multe ori livrat cu deficiențe. Fisurile depistate în barele de Rp 5 se pot înlătura, în parte, prin introducerea forjării în plane perpendiculare, dar neomogenitatea materialului, chiar din aceeași bară, face ca tratamentul — și așa destul de pretențios la acest oțel — să fie necorespunzător. Din acest motiv, pot apărea întreruperi ale producției și se poate periclita livrarea ritmică a pieselor.

Matrițele sînt confecționate, în general, din material C 120, care nu pune probleme spe-

ciale; piesele cu configurație deosebită sînt executate din Rp 5, fretate la cald, cu unul sau două inele exterioare din oțel 34 Mo CN 15.

Rezultate bune, cu o creștere a durabilității sculelor de pînă la 10 ori, s-au obținut prin folosirea materialului, simbol Witten, W 3343 (corespondent al lui Rp 5).

Direcții de perfecționare a tehnologiilor aplicate

Pentru a ajunge la o metodă de producție și un utilaj de extrudare-economice, în vederea creșterii productivității, întreprinderea are în vedere o serie de automatizări și dotări necesare, realizate în cadrul uzinei. Astfel, în prezent, este în faza de încercări o ștanță cu alimentare și eliminare în afara spațiului de lucru al presei. Ea este prevăzută cu un disc revolver, cu ajutorul căruia piesele sînt transportate pas cu pas prin postul de deformare, pe o cale circulară orizontală, în planul de lucru. Se asigură atît o creștere a productivității, cît și o protecție sigură a lucrătorului. Pentru presele mari, sînt în lucru dispozitive specializate de alimentare și evacuare, adaptate ciclului automat al preselor. În faza de omologare se află un dispozitiv de debitat bare, de concepție proprie, semifabricatele obținute fiind corespunzătoare ca aspect și condiții dimensionale. O instalație de alimentare cu bare, pentru presele de debitat, se află în stadiul de proiectare.

Procupările noastre sînt dirijate, în continuare, spre extinderea tehnologiilor de deformare plastică la rece și pentru alte repere de la diverse tipuri de tractoare.

Concluzii

— În industria de tractoare există mari posibilități pentru aplicarea extrudării la rece și a forjării orbitale. Astfel, în viitorul apropiat, numărul de repere confecționate prin aceste procedee la Intreprinderea „Tractorul" va crește cu circa 150%.

— Experiența asimilării fabricației a circa 30 repere extrudate și forjate orbital indică creșteri ale productivității muncii de pînă la 400%, în comparație cu prelucrările prin așchiere, consumuri energetice mai mici cu circa 50—70 și importate economii de metal.

— În afară de perfecționarea cunoștințelor tehnologice privind procedeele de extrudare și forjare orbitală, extinderea în anii viitori a acestor tehnologii este condiționată de asimilarea unor oțeluri de scule cu o durabilitate superioară în exploatare precum și de îmbunătățirea concepției însăși a proiectării seturilor de scule necesare

CZ : 621.771.4

Soluții tehnologice și realizări în domeniul extrudării corpurilor de bujii

Ing. Gheorghe **TOLAN**, ing. Gheorghe **MAKOVI**, ing. Dumitru **CIOBANU** – Intreprinderea „Sinterom" Cluj-Napoca

Generalități

Extrudarea la rece este o metodă de deformare plastică a materialelor metalice pornind de la semifabricate (segmente de sîrmă ori bară, sau rondele) pentru a obține corpuri diferite, cu simetrie de rotație, ori cu formă asimetrică.

În cadrul Intreprinderii „Sinterom", instalația de extrudare se folosește pentru deformarea reperelor : corpuri de bujii, manșoane pentru tuburi flexibile, corpuri de bujii incandescente etc.

În cazul corpurilor de bujii, aplicarea procedeului de extrudare se poate diferenția după :

a) temperatură (deformarea plastică este un procedeu de deformare la rece a materialului);

b) modul de aplicare a forței de compresiune (se folosește o mașină mecanică cu axe orizontale) ;

c) sensul forței de compresiune și al curgerii materialului în matriță în cele 5 posturi de lucru (directă, inversă și combinată).

Materialul de extrudare

Alegerea materialului de extrudat este determinată, pe de o parte, de proprietățile de rezistență necesare sau prescrise ale piesei finite iar pe de altă parte de rezistența la deformare a materialului, factor hotărîtor pentru solicitarea și durata de viață a sculelor de presare și pentru proiectarea tehnologiei de extrudare.

Alegerea materialului de extrudat este de competența proiectantului, în sensul că, datorită ecruisării la rece, pot fi obținute valori corespunzătoare ale rezistenței pieselor deformate și cu oțeluri mai moi, fără îmbunătățire.

La oțelurile de extrudare, în majoritatea cazurilor, conținutul de carbon nu depășește 0,45%. Aceasta se explică prin faptul că, pe măsură ce crește conținutul de carbon și cel al elementelor de aliere, plasticitatea oțelului scade.

În practica deformării la rece a corpurilor de bujii, s-au folosit următoarele materiale

avînd compoziția chimică și caracteristicile mecanice conform tabelului 1.

Comportarea cea mai bună în funcție de tipurile de corpuri de bujii și de curgerea materialului, s-a constatat, la materialele MA-8 și Q-St 32—3.

Se preferă oțelul turnat în lingotieră și calmat altor oțeluri. Se impun și cîteva precizări, în sensul că trebuie elaborat oțelul fără „sufluri", din cauză că acestea se găsesc aproape de suprafață și pot duce la uzuri considerabile ale sculelor. Se impune, de asemenea, ca tăierea capătului blocului turnat să fie cît mai completă, adică să aibă loc eliminarea totală a retasurii de la turnare.

După laminare, materialul nu trebuie să prezinte suprapuneri de material, care ar duce la uzura prematură a sculelor.

În procesul de deformare plastică la rece a corpurilor de bujii, se produc anumite modificări structurale (materialul se durifică, mărindu-și rezistența la curgere și rupere), asociate cu o scădere a celorlalte proprietăți mecanice.

În scopul reducerii forțelor de frecare exterioare ce se creează în timpul extrudării semifabricatelor, pe material — în prealabil — trebuie depus un strat de unguent. De felul cum se execută ungerea și de calitatea lubrifiantului folosit, depind, în cea mai mare parte, nu numai valoarea forțelor de frecare exterioară, ci și calitatea pieselor extrudate și durabilitatea sculelor de lucru.

Principalele condiții ce se impun lubrifianților pentru extrudarea la rece a oțelurilor sînt:

a) să posede o bună aderență față de oțelul ce trebuie extrudat și o plasticitate ridicată, în condițiile de extrudare cu o presiune de ordinul 150 . . . 250 daN/mm², la grade de deformare plastică de pînă la 80%;

b) să reducă valoarea coeficientului de frecare exterioară pînă la valori de ordinul 0,05—0,10 și chiar mai puțin;

c) să păstreze proprietățile de lubrifiere pînă pînă la temperaturi de ordinul 350—400°C și să nu treacă de pe semifabricat pe sculă;

d) să poată fi depuși pe toată suprafața semifabricatului, în straturi cu grosime egală;

e) să poată fi îndepărtați cu ușurință de pe suprafața semifabricatului extrudat.

Valorile presiunii de extrudare, în funcție de felul ungerii, se prezintă conform tabelul 2.

Din tabel, se observă că rezultatele cele mai bune se obțin în cazul fosfatării și, îndeosebi, în cazul cînd după fosfatare semifabricatele se impregnează cu ulei.

În fabricația corpurilor de bujii, materialul extrudat (sub formă de colaci) se folosește acoperit cu un strat de fosfat de 10 . . . 12 μm.

Tabelul 1

Denumire material	Elemente de aliere în [%]									Proprietăți mecanice				
	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ni	Cu	σ_c [daN/mm²]	σ_r [daN/mm²]	Alungirea 5 [%]	Gîtuirea [%]	Duritatea [HB]
CK-10 import R.F.G.	0,11	0,24	0,48	0,010	0,025	—	0,17	—	—	34	37—38	32—36	68—75	115—137
MA-8 import R.F.G.	0,10	0,08	0,30	0,03	0,04	—	—	—	—	24	33—34	40—41	76—77	100—105
S-10 x Stație pilot Cîmpia Turzii	0,06	0,01	0,34	0,024	0,018	0,01	0,03	0,05	0,13	29	31—38	36—41	70—76	105—107
Q-St 32-3	max. 0,05	max. 0,1	0,2-0,4	max. 0,04	max. 0,04	0,02-0,08	max. 0,2	max. 0,3	—		40	30	70	max. 130

Tabelul 2

Presiunea în [daN/mm²]	204	193	153	128	115	102
Felul ungerii	fără unsoare	ulei mineral	zincare	arămire	fosfatare	fosfatare cu saponificare

Gradul de deformare pe faze a corpurilor de bujii

În procesul de extrudare a corpurilor de bujii se pornește de la semifabricatul debitat sub formă de bară rotundă (fig. 1), al cărui volum este acoperitor pentru obținerea pe faze a semfabricatului. Postul de debitare este un post de lucru în afara celor cinci posturi de deformare plastică a corpului de bujie, semifabricatul fiind transferat la matrițele de lucru prin intermediul unui dispozitiv de transfer (braț mecanic). Întreg procesul tehnologic de extrudare a corpurilor de bujii, începînd cu debitarea și continuînd cu deformarea semifabricatului în cele 5 posturi de matrițe închise, este prezentat în cele ce urmează.

Debitarea semifabricatului se execută prin forfecare într-o matriță închisă; semifabricatul rezultă fără bavură cu suprafețele forfecate perpendicular pe axa longitudinală a materialului. Condiția ce se impune este de a folosi material calibrat. ⌀20 h 11 reducînd toleranța matriței de debitare; pentru acest lucru, înaintea postului de debitare, materialul sub formă de colaci se trefilează și se îndreaptă (fig. 1).

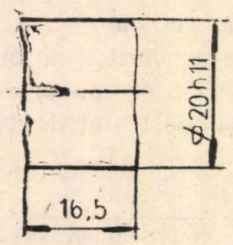


Fig. 1

Semifabricatul trensferat la postul 1 de lucru este supus unei extrudări directe prin curgerea materialului în sensul de deplasare a poansonului (fig. 2). Gradul de deformare unitară sau gradul de reducere la o singură trecere se determină cu relația.

$$\varepsilon_u = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100 \ [\%], \text{ unde :}$$

A_0 = secțiunea transversală a semifabricatului înainte de deformare [mm²];

A_1 = secțiunea obținută după extrudare la o singură trecere [mm²].

La postul 1, gradul de deformare este : $\varepsilon_u = 58\%$ pentru o forță totală de extrudare : $F = 163$ daN/mm².

Deformarea materialului are loc într-o matriță închisă, iar eliminarea din matriță se face cu ajutorul unor contrapoansoane acționate pneumo-mecanic.

La postul doi de lucru are loc un proces de extrudare combinată ; astfel în sensul de acționare a poansonului material se deplasează

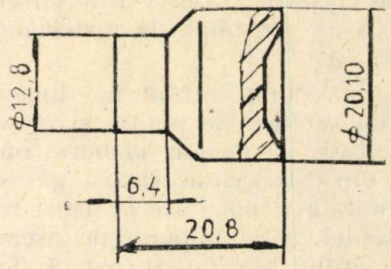


Fig. 2

în ambele sensuri (fig. 2). Gradul de deformare unitară este $\varepsilon_u = 64\%$, pentru o forță totală de extrudare $F = 180$ daN/mm².

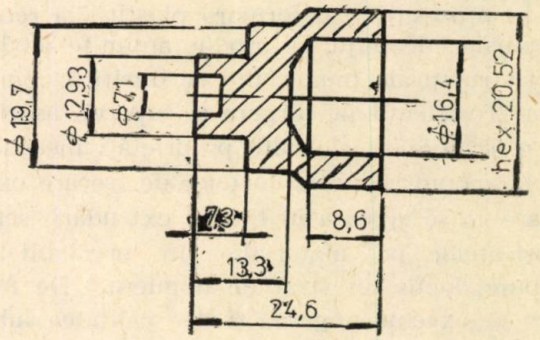


Fig. 3

Deformarea se produce într-o matriță închisă avînd loc și o deformare radială a materialului, în vederea obținerii formei hexagonului corpului de bujie.

Postul doi de lucru este cel mai solicitat, avînd cel mai mare grad de deformare a materialului.

La postul trei are loc o extrudare inversă prin curgerea materialului în sens invers sensului de deplasare a poansonului (fig. 4). Gradul de deformare unitară este $\varepsilon_u = 61\%$, pentru o forță totală de extrudare $F = 180$ daN/mm².

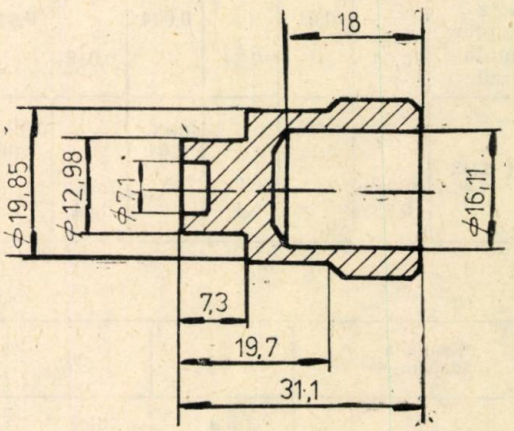


Fig. 4

Deformarea plastică a semifabricatului are loc în sens invers sensului de deplasare a poansonului. La postul 4 de lucru atît conturul exterior cît și conturul interior dimensional se definitivează (fig. 5). Gradul de doformare unitară este redus : $\varepsilon_u = 28\%$, pentru o forță totală de extrudare $F = 98$ daN/mm².

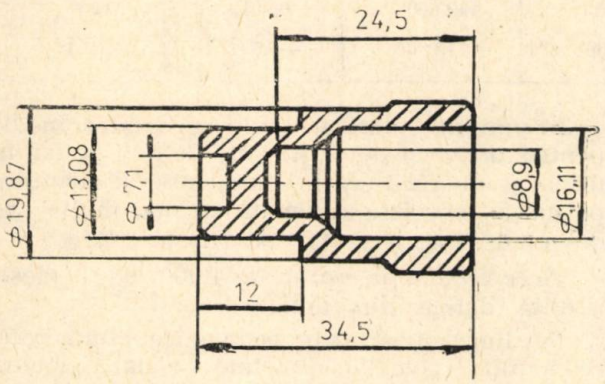


Fig. 5

La postul cinci de lucru are loc o calibrare exterioară a semifabricatului, precum și perforarea materialului de adaos, care reprezintă 9÷11% din greutatea totală a semifabricatului extrudat (fig. 6). Forța totală de perforare $F = 23$ daN/mm² fiind redusă, adaosul de material se elimină în sensul de lucru al poansonului de perforare.

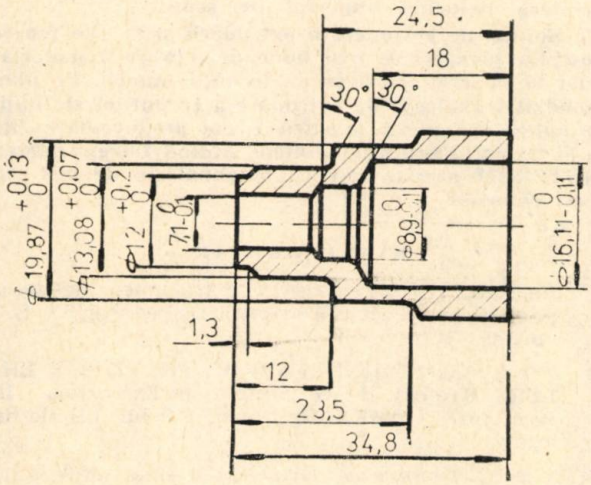


Fig. 6

După această fază, semifabricatul se elimină din dispozitivul de transfer într-un container, unde se colectează și uleiul sulfuros, folosit ca mediu de răcire a sculelor și element unguent între matriță și semifabricat.

Valoarea forței totale extrudare se determină din nomograme cunoscînd valorile gradului de deformare și valorile rezistenței la deformare plastică.

Alegerea utilajului

Prezintă o importanță majoră în sensul determinării fazelor posibile de deformare, a valorii de investiție și a unor caracteristici ale mașinii privind forța de presare, capacitatea de a efectua un lucru mecanic, cursa berbecului, numărul de curse, sistemul de acționare etc.

În cazul extrudării corpurilor de bujii, instalația s-a adaptat conform documentației firmei furnizoare Peltzer alegîndu-se o mașină cu cinci posturi de lucru, cu axă orizontală, tip GB-35-5 — avînd posibilitate maximă de folosire a unei sîrme de diametru de ⌀35 mm și o cadență de 90 lovituri minut. Randamentul obținut în timpul probelor de lucru, folosind material din import MA-8 fosfatat, a fost de 70% din cadența de 90 lovituri/minut, iar după asimilarea materialului în țară (Q—St 32—3), de 60% din cadența dată.

Alte caracteristici ale utilajului GB-35-5 :

— forța maximă : 250 daN/mm² ;
— lungimea cursei : între 36—126 mm ;
— distanța între berbec și blocul matriței : 345 mm ;
— ejectare pneumatică a semifabricatului din matriță cu o presiune a aerului de 5—6 atm ;
— acționare centrală de la un electromotor la o volantă cu sistem de cuplaj pneumoelectric ;
— transportul materialului sub formă de sîrmă cu posibilitate de îndreptare și debitare a semifabricatului la un post independent și de transport cu mînă mecanică la cele cinci posturi de deformare.

Prescripții privind executarea sculelor

În proiectarea și realizarea sculelor de extrudare, se ține seama de influențele materialului ce se extrudează, de procedeul care se aplică și de materialul din care sînt executate sculele.

Posibilitatea de extruziune la rece a materialului este limitată de capacitatea de încărcare a sculelor de presare și de numărul de posturi (sau trepte de deformare), care determină o distribuție a presiunii pe suprafețele active ale sculelor.

Pentru calculul acestei presiuni se poate folosi relația :

$$p = \frac{k_{fm}}{\eta_i} \varphi \ [\text{daN/mm}^2]$$

în care :

k_{fm} = rezistența la deformare a materialului de presare [daN/mm²]

Tabelul 3

Nr. crt.	MATERIAL	Costul [lei/kg]	Greutate pentru o piesă [kg]	Greutate pt. un lot optim [kg]	Costuri mater. pt. un lot optim [lei]	Timp de prelucrare pentru o piesă [h]	Timp de prelucrare a lotului optim [h]
1.	AUT. 12 H21	4,90	0,115	115.000	563.500	0,0053	5333
2.	Q St. 32-3	11,24	0,040	40.000	449.600	0,0012	1200
3.	Diferență (1—2)	+6,34	—0,075	—75.000	—113.900	—0,041	—4133

η = eficiența deformării (din nomograme), [%] ;

φ = deformarea logaritmică $\varphi = \ln \frac{A_0}{A_1}$

În afara datelor tehnice impuse de proiectant prin desenul de execuție a sculelor de extrudare, trebuie să se țină seama și de următoarele :

— la execuția poansoanelor, dacă operația de rectificare are loc în mai multe treceri, cu intervale între treceri mai mari de 3 ore, este necesar ca după fiecare trecere să se facă o detensionare în baie de ulei, la 160 ... 180°C, timp de 3 ore ;

— pentru eliminarea tensiunilor interne și pentru a se obține o structură stabilă, poansonul se va supune unei reveniri — îmbătrîniri de lungă durată, la 180 ... 200°C, timp de 8 ... 12 ore ;

— pentru eliminarea tensiunilor care apar în poansoane în timpul exploatării, se recomandă detensionarea revenirea lor periodică în ulei la 160—180°C, timp de 3 ore, după fiecare lot de 10 ... 12 mii de piese extrudate, în felul acesta mărindu-se durabilitatea acestora :

— matrițele de extrudare cît și poansoanele se vor șlefui cu pastă diamantată în vederea obținerii unei rugozități corespunzătoare.

Prelucrarea prin electroeroziune a profilelor interioare se va face la cota finală, deoarece prin electroeroziune se obține un strat durificat cu o grosime de 15 μm, (care nu trebuie îndepărtat complet prin șlefuire.

Considerații economice

Referindu-ne la extrudarea corpurilor de bujii, în comparație cu prelucrarea acestora pe strunguri automate cu mai multe axe datele de eficiență economică reflectă următoarele :

a) în varianta prelucrării pe strunguri automate se utilizează bare hexagonale AUT 12 H. 21, la lungimi de 3 .. 3,5 m. Greutatea medie pentru un corp de bujie este de 115 g, din care în urma prelucrării rezultă 75 ... 80 g deșeuri de span ;

b) în varianta extrudării corpurilor de bujie utilizînd material MA-8 sau Q St 32—3 de ⌀20 mm în colaci fosfatați, greutatea medie pentru un corp de bujie este de 40 g, iar în urma prelucrării prin extrudare și strunjire pe mașini speciale automate cu mai multe axe deșeul de span rezultat este de 6 ... 8 g.

Acceptînd lotul optim de 1.000.000 de piese, rezultă datele din tabelul 3.

Pe lîngă avantajele economice enumerate, economiile pot fi completate cu date privind costul sculelor, costul reparațiilor, precum și cheltuieli indirecte necesare realizării lotului optim, acestea fiind condiționate de natura materialelor utilizate în fabricație.

Concluzii

Aplicarea extrudării corpurilor de bujii în cadrul întreprinderii a determinat o reducere de trei ori a consumului de metal, precum și o economie relativă de personal circa 13 persoane/an.

În fabrica de S.D.V.-uri, pentru extrudarea corpurilor de bujii s-a reușit asimilarea integrală a acestora reducînd importul de scule.

Soluția de extindere a extrudării și la alte repere deschide perspective mai bune de folosire a materialelor și de creștere a productivității muncii. Pe plan mondial tehnologia de extrudare a corpurilor de bujii se aplică în cadrul a patru firme producătoare de bujii cu aprindere prin scînteie, situînd Intreprinderea SINTEROM printre cele cu o tehnologie de vîrf în acest domeniu.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Popescu, V. I.* : Forjarea și extruziunea metalelor și aliajelor. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1976.

[2] x x x : MASCHINENFABRIK, PELTZER § EHLERS Krefeld R.F.G. Simpozion Extruziune la rece, 1973, COMEX București, Oficiul Tehnic de legătură.

[3] x x x : Teoretische Grundlagen und praktische Erfahrugen zur Konstruktion von Kaltpres werkzeugen. Karl Sieber V.D.I., Hamburg, 1976.

[4] *Tolan, Gh.* : Extrudarea la rece a corpurilor de bujii, mijloc de mărire a coeficientului de utilizare a metalului. Biblioteca I. SINTEROM Cluj-Napoca, 1977.

[5] *Tolan, Gh., Ciobanu, D., Pop, T.* : Deformarea plastică la rece a metalelor — metodă eficientă de creștere a productivității muncii. A VIII-a Sesiune de comunicări științifice, Aiud, 7—8 iunie 1985, organizată de Comisia Tehnică a inginerilor și tehnicienilor Alba.

CZ : 621.771:4

Aplicarea deformării plastice la rece în domeniul sculelor de filetat

Ing. Jozsef **TOTH** – I.M.A.S.A. Sf. Gheorghe

În cadrul I.M.A.S.A. Sf. Gheorghe procedeul de extrudare la rece se aplică la execuția sculelor de filetat încă de la înființarea secției specializate în aceste produse.

Deși procedeul este recomandat în literatura de specialitate numai pentru prelucrarea oțelurilor moi, el se aplică, în prezent, cu foarte bune rezultate, și la oțelurile înalt aliate pentru scule, marca MCW 14 STAS 3611-80.

Metoda a fost preluată inițial de la Intreprinderea de Scule Rîșnov, iar pe parcurs, cu aportul specialiștilor de la I.M.A.S.A., a fost substanțial îmbunătățită, prin introducerea în tehnologie a operației de fosfatare și acoperire cu o peliculă de bisulfură de molibden (molicot). Această operație pregătitoare constă în fosfatarea tarozilor (cu fosfat poros) și apoi introducerea în bisulfură de molibden, care fixîndu-se în porii fosfatului conduce la reducerea considerabilă a frecărilor ce apar între semifabricat și sculele matriței.

Tot în cadrul întreprinderii noastre, în urma cercetărilor experimentale întreprinse cu bune rezultate practice, s-a modificat și unghiul de atac al matriței, în sensul micșorării valorilor prescrise în literatura de specialitate, pînă la aproximativ 20°C.

Extrudarea la rece se aplică la prelucrarea cozii tarozilor de mînă, executați din oțel înalt aliat de scule, marca MCW 14 STAS 3611—80, cuprinși în gama M 7— M 20, folosindu-se semifabricate cilindrice, obținute prin debitare de precizie, fără pierderi de material.

În figurile 1, 2, 3, în partea stîngă, se prezintă tarozi M 8, M 12 respectiv M 18 înainte

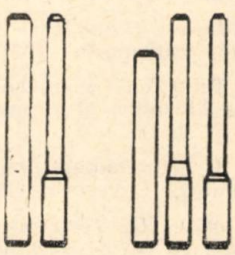


Fig. 1

de operația de filetare, obținuți prin metode clasice de prelucrare, cu îndepărtare de material prin strunjire, iar în partea dreaptă — aceiași tarozi obținuți prin diferite faze intermediare de extrudare la rece.

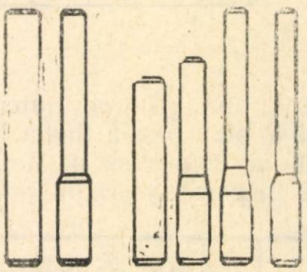


Fig. 2

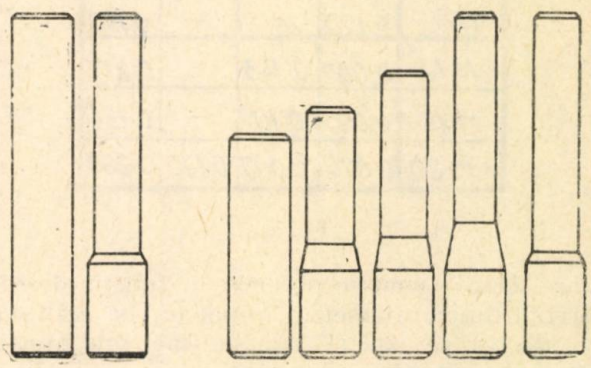


Fig. 3

Din figura 4 rezultă schema de lucru pentru extrudarea cozii tarozilor, iar în figurile 5

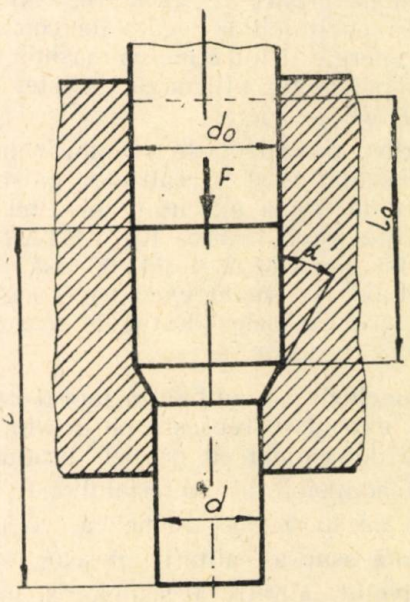


Fig. 4

Dimens	Caracteristici [mm]							
	d_0	d_1	d_2	d_3	l_0	l_1	l_2	l_3
M 8	7,60	6,30	–	–	57	74	–	–
M 12	11,50	10,50	9,00	–	67	–	91	–
M 16	15,50	14,00	12,50	–	79,5	–	104	–
M 20	19,00	17,60	15,90	14	80,5	–	–	114

Fig. 5

și 6 se prezintă alungirile obținute de la lungimea inițială l_0 pînă la cea finală l_1, l_2, l_3, respectiv gradele de deformare pe fiecare operație de extrudare în parte și gradul total de defor-

Dimens.	Grad de deformare			
	ε_1	ε_2	ε_3	ε_{total}
M 8	0,170	–	–	0,170
M 12	0,087	0,143	–	0,217
M 16	0,097	0,107	–	0,194
M 20	0,074	0,097	0,120	0,263

Fig. 6

mare. După cum se observă, în funcție de diferența dintre diametrul inițial (d_0) și cel final (d_1, d_2, d_3), se execută una sau mai multe operații de extrudare la rece.

Reducerea consumului de oțel înalt aliat de scule în medie cu 30% pe produs, față de necesarul pentru realizarea aceluiași produs prin metode clasice de așchiere, corelată cu reducerea cheltuielilor legate de consumul de scule și energie și întreținerea mașinilor unelte, justifică pe deplin utilizarea acestei metode moderne de prelucrare.

Ulterior, procedeul de presare volumică la rece a fost extins și la realizarea pătratului de antrenare la tarozi executați din oțel aliat de scule și oțel rapid, marca Rp 5 STAS 7382-80 (tarozi din gama M 3 – M 9), însă execuția operației pe presă cu excentric conduce, în prezent, la o precizie destul de scăzută a suprafețelor rezultate.

În concluzie se subliniază faptul că o operație de extrudare reușește pe deplin, numai dacă s-a determinat cu precizie gradul de deformare admisibil al materialului, în condiții concrete de lucru. De asemenea, o influență importantă asupra calității pieselor extrudate o are nivelul calitativ al sculelor și matrițelor utilizate.

Tendințe viitoare

Pentru eliminarea deficiențelor prezentate la realizarea pătratului de antrenare prin presare, s-a proiectat de către specialiștii I.M.A.S.A. — Sf. Gheorghe un agregat automat care execută pătratul nu prin presare, ci prin ciocănire. Noul agregat va permite lărgirea gamei de dimensiuni realizate prin acest procedeu conducînd la reducerea consumului de oțeluri aliate și la creșterea productivității muncii.

Se întreprind intense cercetări pentru realizarea canalelor de evacuare a așchiilor la tarozi prin același procedeu de ciocănire. Cercetări experimentale se întreprind și în sensul lărgirii gamei tarozilor realizați prin extrudare, de la M 22 la M 32, unde sînt necesare patru sau cinci operații de extrudare. Ecruisarea puternică a stratului superficial, după cea de-a treia operație de extrudare, impune realizarea unui tratament termic de recoacere intermediar, strict necesar pentru continuarea extrudării. Dacă operația a reușit pentru un lot experimental, se fac analize pentru aplicarea acesteia la producția de serie mare.

În acest cincinal se va extinde prelucrarea prin deformare volumică la rece (rulare la rece) la următoarele produse: tarozi lungi pentru mașină ST STAS 1112 8 și tarozi extralungi pentru piulițe STAS 1112 9, executați din oțel rapid Rp 5 STAS 7382—80.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Biligman-Feldman:* Sajtólás és zömítés. Müszaki Könyv kiadó, Budapesta, 1977.

[2] *Iliescu, C.:* Tehnologia stanțării și matrițării la rece. Editura didactică și pedagogică. București, 1977.

[3] *Teodorescu, A.:* Tehnologia extrudării metalelor. Editura Tehnică, București, 1975.

[4] *Nanu, A., Coman, L., Teodorescu, A.:* Extrudarea și forjarea cu fibraj continuu a oțelului. Ed. Facla, 1975.

[5] *Iliescu, C.:* Stangen wirtschaftlich trenten. Drahtwelt, 65 (1979) 2.

[6] *Iliescu, C., Toth, J., Kicsi, J.:* Gewindebohrerschäfte herstellen nach dem Strangpreßverfahren. Drahtwelt, 2 1981.

CZ : 621.73

Cercetări asupra aplicării procedeului de forjare orbitală la matrițarea flanșelor

Prof. dr. ing. Ioan **DRĂGAN**, șef lucr. dr. ing. Teodor **CANTA**,
șef lucr. dr. ing. Gheorghe **ACHIMAȘ** – Institutul Politehnic Cluj-Napoca

În lucrare se prezintă o metodologie pentru stabilirea parametrilor principali în tehnologia de matrițare orbitală cu aplicații la obținerea flanșelor. Datele calculate sînt verificate experimental pe modele.

Procedeul deformării plastice prin forjare orbitală (oscilantă) a mai fost prezentat în paginile acestei reviste *. Pentru realizarea matrițării orbitale, se folosesc mașini speciale, la care matrița superioară, fixată de traversa oscilantă a presei, poate executa diferite mișcări ciclice, determinate de parametrii cinematici ai mașinii. O astfel de mașină, similară ca principiu și cinematică mașinii PXW 100 (R.P. Polonă), a fost realizată la Institutul Politehnic Cluj-Napoca, în vederea experimentării diverselor tehnologii de matrițare oscilantă. Mașina permite aplicarea tehnologiei respective, pentru obținerea unor semifabricate deformate la rece de tipul flanșelor pline și găurite, al roților de lanț, al roților dințate conice și cilindrice și al altor repere ce au raportul d/h relativ mare.

*) Construcția de mașini nr. 9/ 933

Pentru matrițarea flanșelor de îmbinare a conductelor prin procedeul amintit, a fost proiectat și executat setul de matrițe din figura 1, particularizat pentru flanșele cu diametrul exterior $D = 100$ mm.

Scopul cercetărilor efectuate pe utilajul din figura 2 l-a constituit stabilirea principalilor parametri ai procedeului studiat, în cazul deformării semifabricatelor inelare pentru realizarea flanșelor (fig. 3, 4 și 5) și obținerea datelor necesare pentru proiectarea unei linii industriale de fabricare a flanșelor și a altor semifabricate similare.

Experimentările s-au efectuat utilizînd semifabricate din plumb, de formă inelară, avînd dimensiunile : $D = 60$ mm, $d = 28$ mm și $h_0 = 45$ mm.

Principalii parametri ai procedeului de matrițare orbitală sînt :

a) avansul de matrițare axial s [mm/oscilație] ;

b) presiunea medie de deformare p_m, [N/mm^2] ;

c) forța axială de avans, [N] ;

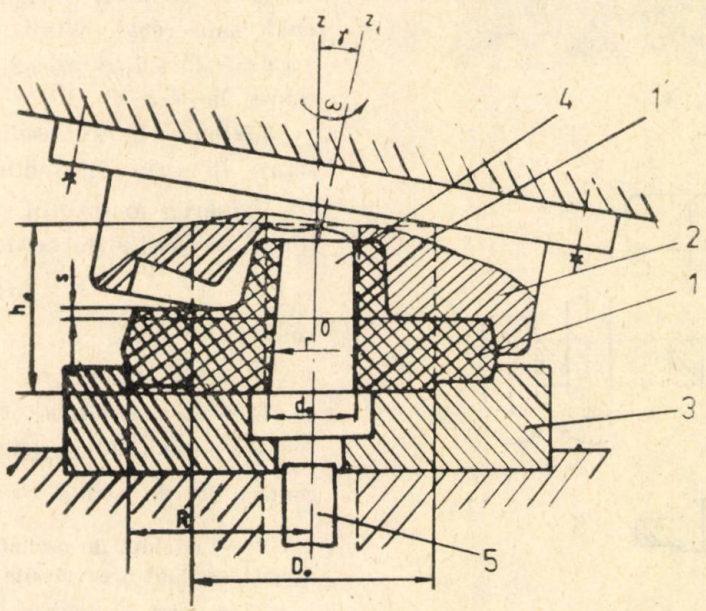


Fig. 1

1 — semifabricatul ; 2 — matriță superioară (oscilantă) ; 3 — matriță inferioară ; 4 — dorn ; 5 — extractor ; 1' — semifabricat inițial.

d) momentul de oscilație al axei sculei, [Nmm] ;

e) puterea necesară antrenării sculei, [kw];

f) viteza de avans axială a matriței inferioare, [mm/s].

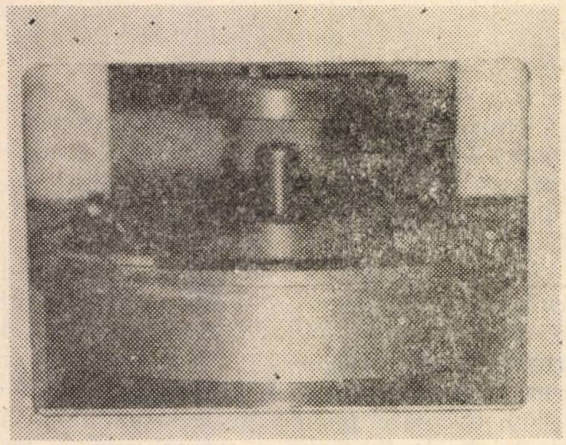


Fig. 2

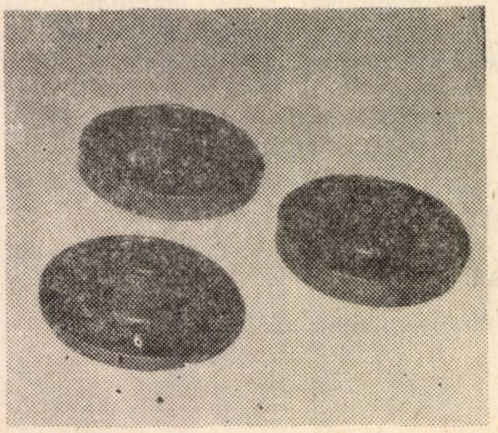
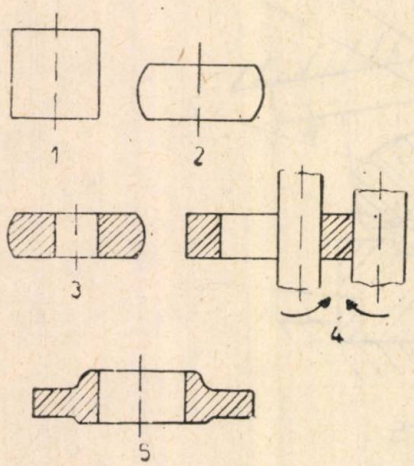


Fig. 3



1 semifabricat inițial încălzit, 2 - rețulare, 3 - găurire
4 întindere inel 5 - matrițare orbitală

Fig. 4

Calculul analitic al acestor parametri este absolut necesar atît pentru proiectarea corectă a tehnologiei cît și pentru alegerea regimului de lucru sau proiectarea unei mașini de forjare orbitală.

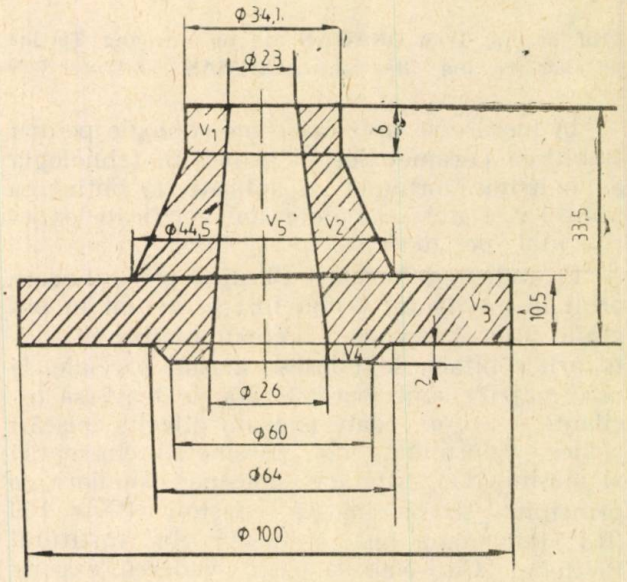


Fig 5

Avînd în vedere că la noi în țară încă nu s-a definitivat o metodologie de calcul tehnologic pentru acest procedeu, se vor da în continuare unele elemente pentru stabilirea parametrilor enumerați anterior.

a) Avansul axial s (fig. 1) depinde de mărimea mașinii și a semifabricatelor deformate, cît și de regimul de deformare (la cald, semicald sau rece) astfel [1] :

$s = 0{,}25 \div 1$ mm/oscilație — pentru deformare la rece ;

$s = 0{,}5 \div 2$ mm/oscilație — pentru deformare la cald și semicald.

Valoarea avansului este influențată de unghiul de oscilație, conform relației [3] :

$$s = 2\pi B \cdot \operatorname{tg} \gamma \qquad (1)$$

unde :

$B = 1{,}27\ R \cdot \lambda^{1{,}87}$;

R — raza semifabricatului

λ — coeficientul relativ de reducere a ariei de contact dat de relația $\lambda = \dfrac{A_c}{\pi R^2} = 0{,}05 \div 0{,}15$;

γ — unghiul de oscilație care la mașinile de forjat oscilant are valorile :

$\gamma = 1{,}4 \div 4^\circ$ pentru deformarea la rece

$\gamma = 4 \div 10^0$ pentru deformarea la cald și semicald.

b) Presiunea medie de deformare P_m la matrițarea orbitală este mai mică decît la ma-

trițarea clasică și după unii autori [3] ea poate fi calculată cu relația :

$$p_m = \sigma_d \left[1{,}25 + \mu\lambda \left(\frac{2R}{3h} + 1 \right) \right], \text{ unde :} \quad (2)$$

σ_d — rezistența la deformare a materialului semifabricatului în condițiile de deformare date, [N/mm²] ;

μ — coeficientul de frecare la matrița orbitală ($\mu = 0{,}05—0{,}1$) ;

h — înălțimea semifabricatului matrițat, [mm].

c) Forța axială de avans F este dependentă de mărimea ariei de contact A_c și de presiunea medie de deformare :

$$F = p_m \cdot A_c \quad (3)$$

Mărimea ariei de contact A_c este dependentă de avansul s, unghiul de oscilație γ și geometria semifabricatului.

Astfel pentru semifabricate cilindrice pline, o relație practică are forma [1] :

$$A_c = \pi R^2 \left(\frac{0{,}48s}{2R \operatorname{tg} \gamma} \right)^{0{,}63} = \pi R^2 \lambda \quad (4)$$

Cu bune rezultate se poate utiliza și relația [3] :

$$A_c = 0{,}88 \left(\frac{B}{R} \right)^{0{,}5 \div 5} \cdot \pi R^2 \quad (5)$$

în care :

$$B = \frac{s}{2\pi \operatorname{tg} \gamma}$$

Pentru semifabricate inelare, coeficientul de reducere a suprafeței de contact cu scula este dat de relația [3] :

$$\lambda_i = \frac{\lambda_R \cdot R^2 - \lambda_r \cdot r^2}{R^2 - r^2} \quad (6)$$

unde : λ_R și λ_r se calculează din relațiile (4) sau (5) :

$$\lambda_R = \frac{A_c}{\pi R^2} = \left(\frac{0{,}48s}{2R \operatorname{tg} \gamma} \right)^{0{,}63} \quad (7)$$

$$\lambda_r = \frac{A_c}{\pi r^2} = \left(\frac{0{,}48s}{2r \operatorname{tg} \gamma} \right)^{0{,}63} \quad (7')$$

Astfel, aria de contact pentru semifabricate inelare va fi :

$$A_c = \lambda_i \pi (R^2 - r^2)$$

d) Momentul de oscilație al axului sculei, necesare pentru dimensionarea mecanismului de antrenare a acesteia, se poate stabili considerînd distribuția presiunii de deformare uniformă, p_m, pentru semifabricate inelare [3] :

$$M = \frac{1}{2} p_m (R^2 - r^2)\, s(1 - \lambda_i), \text{ [Nmm]}, \quad (8)$$

respectiv :

$$M = \frac{1}{2} p_m R^2 s(1 - \lambda), \text{ [Nmm]},$$

pentru semifabricate cilindrice pline.

e) Puterea de antrenare a mecanismului oscilant al port-sculei este :

$$P = M \cdot \omega = \frac{2\pi n}{60} M \cdot 10^{-6}, \text{ [kW]}. \quad (9)$$

în care :

$n = 90 \div 300$ rot/min, pentru deformarea la rece ;

$n = 300 \div 900$ rot/min, pentru deformarea la cald și semicald [1].

f) Viteza axială de avans a matriței inferioare se stabilește în funcție de avansul s și frecvența oscilațiilor :

$$v = s \cdot \frac{n}{60}, \text{ [mm/s]}. \quad (10)$$

Rezultatele experimentale obținute la matrițarea flanșei date în figura 5, față de cele calculate cu metodologia propusă mai sus sînt date în tabelul 1.

Tabelul 1

Mărimea	U.M.	Valori experimentale	Valori teoretice
Avansul s	[mm/osc]	0,5	0,4÷1
Presiunea medie, p_m	[N/mm²]	26	23
Forța de avans F	[N]	37.680	36.200
Momentul de oscilație M	[Nmm]	13.140	13.248
Puterea de antrenare a portsculei	[kW]	0,6	0,5

Valorile teoretice au fost stabilite în condițiile deformării semifabricatelor de plumb avînd $d = 18$ N/mm², $\mu = 0{,}1$, iar parametrii mașinii au fost: $\gamma = 4^0$ și $n = 200$ rot/min.

Reducerea înălțimii semifabricatului deformat în timpul matrițării a fost :

$$\varepsilon_h = \frac{\Delta h}{h_0} = 10\ \%.$$

Concluzii

Pe baza cercetărilor efectuate privind realizarea flanșelor prin procedeul matrițării orbitale, se desprind următoarele observații :

a) metodologia de calcul propusă satisface cerințele unei proiectări tehnologice adecvate, datele experimentale verificînd relațiile teoretice de calcul propuse ;

b) deformarea semifabricatului inelar are loc prin refulare cu grade de deformare neuniforme, dependente de avansul sculei sau de forța de avans axial. În condițiile de deformare date, reducerea relativă pe înălțime a fost de circa 10% ;

c) o importanță majoră în proiectarea matrițelor o constituie poziția punctului de intersecție a axei înclinate cu axa mașinii, care trebuie să se afle permanent în planul de contact al sculei cu semifabricatul;

d) sînt necesare încercări experimentale pentru stabilirea avansului (s) — limită, pentru evitarea fenomenului de evazare a semifabricatului la contactul cu scule oscilante, deci de corelare a acestuia cu mărimea gradelor de deformare locală ;

e) avînd în vedere avantajele procedeului [4], (reducerea forței și energiei de deformare, creșterea fiabilității sculelor, micșorarea adaosurilor de prelucrare, reducerea puterii și gabaritului utilajului, îmbunătățirea condițiilor de lucru etc.), se recomandă generalizarea acestei tehnologii în secțiile de forjă din țara noastră.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Oudin, J. ș.a.* : Le forgeage avec matrice oscilante, applications et developpmments. Revue Francaise de Mecanique, nr. 4, 1984.

[2] *Slater, R.A.C.* : Some experiments with model material to simulate the rotary forging of hot steels. 11-th Machine Tool Design and Research Conference. 1970.

[3] *Pșenișniuc, A.* : Proțes štampovki obkatîvaniem, spețializirovannoè oborudovanie i metodica proektirovocinîh i tehnologhiceskih rascetov. Kuznecino štampovocinoe proizdvostvo, nr. 5, 1985.

[4] *Kobayashi, M. ș.a.* : Deformation behaviour in simultaneous extrusion-upsetting by rotary forging. In : Proc. of the 1-st Int. Conf. on Rotary Metal Working Processes, Nov. 1979.

CZ : 621.975 ; 621.771.4

Considerații asupra condițiilor impuse la proiectarea și executarea pieselor pentru extrudare la rece

Conf. dr. ing. Ion **TUREAC** – Universitatea din Brașov

Aspecte generale

Prelucrarea mecanică a metalelor prin presare la rece se extinde tot mai mult, oferind numeroase avantaje tehnice și economice. Ultimele reuniuni științifice și tehnice [1] pun în evidență creșterea ponderii pieselor executate prin presare la rece în structura diferitelor mașini, aparate, echipamente speciale etc., precum și extinderea acestei metode de prelucrare pentru obținerea de noi tipuri și dimensiuni de piese finite. Acest aspect este ilustrat și de cantitatea de semifabricate laminate care se prelucrează anual prin presare la rece în diferitele țări industrializate. Astfel, așa cum rezultă din [1], în R.F.G. se prelucrează anual peste 150 mii tone de metal, în Japonia se prelucrează peste 400 mii tone, iar în S.U.A. se prelucrează mai mult de 800 mii tone, principalele operații fiind cele de extrudare și ștanțare.

Industria constructoare de mașini din țara noastră a acumulat o bună experiență în aplicarea extrudării la rece, pentru obținerea diferitelor piese finite în producția de autocamioane și tractoare, în mecanică fină, electronică, electrotehnică ș.a. Obținerea unor economii mai mari de metal și de energie, precum și asigurarea creșterii productivității în ritm accentuat sînt cerințe ale industriei moderne românești, a căror satisfacere este strîns legată și de aplicarea pe o scară mai largă a extrudării la rece.

Extinderea prelucrărilor prin extrudare, la noi tipodimensiuni de piese executate din oțel sau aliaje neferoase, necesită cercetări fundamental-aplicative, atît în domeniul tehnologiei, cît și în cel al echipamentelor. Rezultatele bune obținute pînă în prezent, în diverse unități de cercetare-proiectare și în diversele întreprinderi care aplică cu succes extrudarea la rece, justifică lărgirea și intensificarea preocupărilor specialiștilor în acest domeniu modern al preocupărilor mecanice. Prin noi cercetări experimentale, prin folosirea la întreaga capacitate a mașinilor existente și prin conceperea și executarea unor noi mașini și scule specializate, într-o primă etapă, este posibilă extinderea prelucrărilor prin extrudare la rece pentru piese cu masa pînă la 8÷10 kg. Prin conceperea unor noi utilaje, cu forță disponibilă mai mare și cu caracteristici îmbunătățite, se vor putea obține piese finite din oțel, cu greutăți de peste 15 kg.

Mașini pentru extrudare la rece

Utilizarea preselor universale pentru operații de extrudare la rece satisface numai o mică parte din cerințele impuse de acest procedeu și permițînd obținerea unor piese mici, de precizie relativ redusă. Pentru aplicarea cu succes a extrudării la rece, sînt necesare mașini specializate. Executarea din oțel a unor piese finite, de formă complexă, cu dimensiuni variabile ale secțiunilor, pentru care sînt necesare forțe specifice de deformare de 2500÷3200 MPa, impune construcții cu rigiditate mare. Pe de altă parte, aceste mașini trebuie să asigure precizie ridicată a coaxialității pieselor cilindrice în limite de pînă la 0,05 mm, la extrudarea directă, și 0,2 mm la cea inversă pentru piese cu diametrul de 12—150 mm și lungimi de peste 25 mm. La executarea pieselor cilindrice, cave, se impun precizii ale părții posterioare în limite relativ mici (±0,15 ÷ ± 0.35 mm) în funcție de diametru și de grosime (tab. 1, 2), pentru care — de asemenea — sînt necesare mașini și scule specializate pentru extrudare.

Abaterile dimensiunilor pieselor cilindrice cave executate din oțel prin extrudare la rece
Extrudarea inversă

Tabelul 1

	Abaterea grosimii peretelui lateral al piesei extrudate (±) [mm]	
	După extrudare	După calibrare
Grosimea peretelui lateral g_0 [mm]		
2	0,10	0,05
2—10	0,15	0,10
10—15	0,20	0,15
Grosimea peretelui părții posterioare a piesei extrudate g_f [mm]	Abaterea grosimii peretelui părții posterioare a piesei extrudate (±) [mm]	
	După extrudare	După calibrare
2	0,15	0,10
2—10	0,20—0,30	0,15
10—15	0,25—0,30	0,20
15—25	0,30—0,40	0,25
25—40	0,40—0,50	0,35

Abaterile dimensiunilor pieselor cilindrice cave executate din oțel prin extrudare la rece.
Extrudare directă

Tabelul 2

	Abaterea grosimii peretelui lateral al piesei extrudate (±) [mm]	
	După extrudare	După calibrare
Grosimea peretelui lateral g_0 [mm]		
0,6	0,05—0,10	0,020
0,6—1,2	0,07—0,10	0,020
1,2—2,0	0,10—0,15	0,025
2,0—3,5	0,12—0,15	0,030
3,5—6,0	0,15—0,20	0,040
Grosimea părții posterioare a piesei extrudate g_f [mm]	Abaterea prosimii peretului părții posterioare a pistei extrudate (±) [mm]	
	După extrudare	După calibrare
2	0,15	0,10
2—10	0,20—0,30	0,12
10—15	0,25—0,35	0,15
15—25	0,30—0,40	0,20
25—40	0,35—0,50	0,25
40—50	0,40—0,55	0,30
50—70	0,45—0,60	0,35

Mașinile folosite pentru extrudare la rece trebuie concepute și executate ținînd seama de următoarele particularități :

— să dispună de o rezervă mai mare de energie pentru a realiza curse mari sub sarcina nominală ;

— pentru a se asigura condițiile de precizie impuse, este necesară o rigiditate mare (verticală și orizontală) a ansamblurilor din structura preselor — mecanismul executor, mecanismul de reglare, batiul ș.a. ;

— pentru a fi asigurată precizia de concentricitate între diametrul exterior și cel interior la piesele cilindrice cave, este necesar un sistem de ghidare al culisorului, care sub acțiunea forțelor tehnologice să nu permită dezaxarea acestuia față de axa cinematică a presei, iar jocurile din ghidaje să fie de maximum 0,5 mm;

— pentru asigurarea preciziei înălțimii pieselor extrudate, este necesar ca placa de suprainălțare de pe masa presei și culisorul să preia, egal și uniform, sarcina tehnologică,

iar jocurile din ansamblurile ce preiau și transmit forța de extrudare să fie minime sau anulate complet ;

— mecanismul pentru extragerea pieselor extrudate din partea inferioară a sculei să aibă ciclu cinematic riguros corelat cu cel al culisorului, astfel încît să se poată asigura alimentarea cu semifabricate și eliminarea pieselor extrudate de pe masa presei, atît în regim automat de exploatare, cît și în regim de servire manuală ;

— să asigure un nivel de zgomot sub limitele de poluare fonică admise de normele de protecție interne și internaționale.

În afară de cerințele precizate mai înainte, firmele producătoare de mașini pentru extrudare la rece prevăd posibilități de automatizare și execută chiar echipamente speciale (mîini mecanice, dispozitive speciale și manipulatoare) care permit mărirea productivității și asigură condiții bune de securitate. Echipamentele de automatizare sînt oportune nu numai pentru producții de masă și serie mare, ci și pentru serie mică. În tabelul 3 se dau, recomandări privind numărul de piese pentru care prelucrarea prin extrudare la rece este economică [2]. În condițiile grupării pieselor pe principiul tehnologiei de grup și executării unor echipamente modulate — ușor schimbabile, este posibilă organizarea proceselor tehnologice cu o oarecare flexibilitate, care permite extinderea prelucrărilor prin extrudare la rece și la loturi de piese mult mai mici, chiar în regim de acționare automată a preselor.

Mărimea lotului de piese pentru care prelucrarea prin extrudare la rece este economică [2]

Tabelul 3

Masa piesei [kg]	Pînă la 0,02	De la 0,02 la 0,5	De la 0,5 la 10	De la 10 la 25
Mărimea minimă a lotului de piese	10.000	5000	3000	1000

Pentru extrudarea la rece, sînt concepute și puse în exploatare prese mecanice și hidraulice.

Presele hidraulice pot dispune de forțe mari ($F_N = 750$ MN) și asigură o viteză de lucru constantă ($v_H \simeq 10 \div 50$ mm/s) și ușor reglabilă, putînd fi modificată chiar în cadrul unei curse duble. Ele au însă productivitate mai mică în comparație cu cele mecanice.

Presele mecanice — cu manivelă sau cu genunchi — se execută pentru forțe disponibile de pînă la 100 MN.

Presele cu manivelă verticale, frecvent utilizate, dispun de forțe nominale, eșalonate într-o serie dată, în limitele a $0{,}63 \div 40$ MN, au cursa totală a culisorului în limitele $100 \div 900$ mm și pot asigura $10 \div 250$ curse duble pe minut. La aceste prese, se poate utiliza forța nominală pe un drum al culisorului de $10 \div 100$ mm [6], considerat în raport cu punctul mort inferior. Pentru a se putea executa extrudarea pieselor care necesită curse lungi sub sarcina nominală, se utilizează prese cu manivelă cu forță disponibilă de $1{,}5 \div 2$ ori mai mare decît forța necesară [7].

Presele cu genunchi pentru extrudare la rece sînt recomandate numai la executarea unor piese care necesită cursă mică. Acestea asigură forța nominală de-a lungul unor curse de 3—15 mm [6], măsurate în raport cu punctul mort inferior. Ele sînt recomandate în special pentru extrudări, la care înălțimea pieselor obținute nu depășește cu mult diametrul [3]. Experiența executării unor piese cu înălțime mai mare decît diametrul, în industria de autocamioane (la I.A. Brașov) evidențiază necesitatea reconsiderării acestor recomandări. Pentru executarea pieselor cu înălțime mai mare a pereților, de regulă, se utilizează prese cu genunchi care dispun de o forță mai mare decît forța tehnologică necesară, comparativ cu presele cu manivelă.

Productivitatea preselor mecanice pentru extrudare la rece (numărul de curse) este condiționată de viteza de regim favorabilă desfășurării procesului de curgere a metalului în matriță. În această privință, mai avantajoase sînt presele cu genunchi, care — datorită mecanismului executor specific — asigură o viteză mare a culisorului, în timpul coborîrii acestuia în gol, și o viteză mică, în timpul executării presării. La cele mai productive prese cu manivelă pentru extrudare la rece (prese automate), contactul dintre sculă și semifabricat are loc cu o viteză de $250 \div 500$ mm/s, în timp ce la cele cu genunchi, viteza de contact este de numai $150 \div 250$ mm/min [4].

În figura 1 este prezentată variația forței disponibile cursei vitezei culisorului pentru presele cu manivelă (curbele cu indicele 1) și cele cu genunchi (curbele cu indicele 2). Se observă că, pentru executarea pieselor ce necesită unghiul de lucru α_2, pot fi utilizate atît prese cu genunchi, cît și prese cu manivelă. Pentru piese ce necesită un unghi de lucru α_1, se pot folosi numai prese cu manivelă, ele asigurînd forța necesară extrudării, în timp ce, la presele cu genunchi, forța disponibilă este depășită pe porțiunea A—B. În acest caz, este necesară o presă cu genunchi cu forță disponibilă mai mare (curba cu linie întreruptă).

La aceeași forță nominală și aceeași rigiditate, presele cu genunchi au greutatea totală mai mică, în comparație cu cele cu manivelă.

În vederea alegerii tipului de presă avantajos spre a fi asimilată pentru o anumită structură a producției, este necesar ca, în afară de

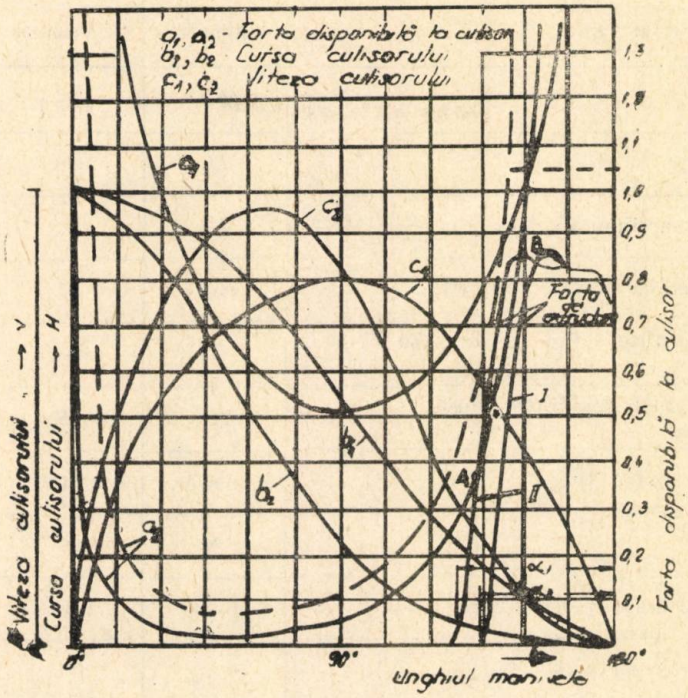


Fig. 1

particularitățile relevate mai înainte, să se țină seama și de alte aspecte, cum sînt cele legate de tipodimensiunile pieselor de prelucrat, de posibilitatea utilizării și pentru alte operații, de performanțele altor construcții destinate aceluiași scop, de tipodimensiunile și gama caracteristicilor mașnilor similare executate de alți producători, de costurile de fabricație ș.a.

Experiența proiectării și asimilării unor prese pentru extrudare la rece

Pentru extinderea gamei tipodimensiunilor de piese executate prin extrudare la rece, la I.A. Brașov, a fost inițiată proiectarea și execuția unor prese cu genunchi. Proiectate pe baza cercetărilor și documentării comune a specialiștilor din Unversitatea Brașov și din serviciul de proiectări — mașini agregate — al întreprinderii, aceste mașini urmează să acopere din producție proprie necesarul de utilaje de extrudare la rece. În figura 2 este prezentată presa cu genunchi de 1,6 MN, executată la I.A. Brașov și intrată în exploatare cu bune rezultate. Caracteristicile presei sînt prezentate în tabelul 4. Un lot de alte trei prese cu aceleași caracteristici este în curs de fabricație.

Presa este echipată cu un mecanism cu genunchi (fig. 3), acționat prin tragere. În partea superioară a batiului 2 este amplasat mecanismul pentru reglarea poziției culisorului. Motorul principal 3 transmite mișcarea la volantul 5, iar acesta — printr-un cuplaj cu fricțiune, acționat pneumatic — antrenează reductorul — cu o treaptă — 4. Cuplajul de siguranță 6 limitează momentul transmis pentru acționarea tijei de extracție, în cazurile cînd piesa se blochează în placa activă a sculei.

Mașina este echipată cu mecanisme pentru înregistrarea cursei culisorului, cu sistem de

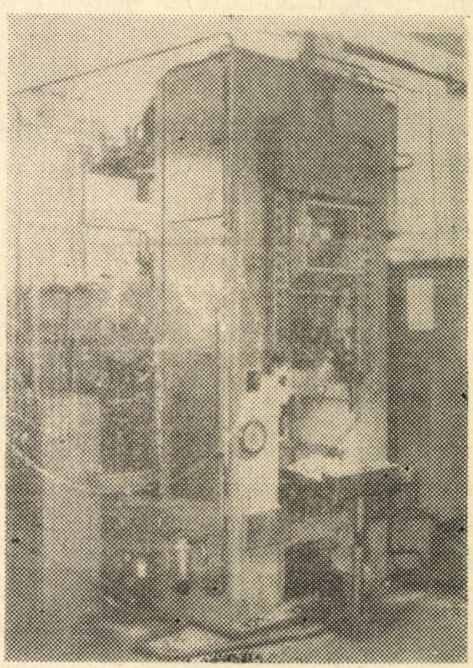


Fig. 2

Caracteristicile presei cu genunchi de 1,6 MN asimilată la I. A. Brașov

Tabelul 4

PARAMETRUL	Simbol	Valoarea	Observații
Forța nominală, [MN]	F_N	1,6	—
Cursa culisorului, [mm]	H_c	160	Reglabilă
Cursa culisorului sub sarcina de 25% din F_N, [MN]	H_e	16	—
Numărul de curse la mersul în gol, [min^{-1}]	c.d.	40	—
Distanța dintre masă și culisor cînd culisorul se află în PMI, [mm]	H_0	580	Reglabilă
Domeniul de reglare a distanței dintre masă și culisor, [mm]	H'_0	0—16	Precizia de reglare 0,1 mm
Dimensiunile mesei în plan, [mm]	$a \times b$	600×630	—
Grosimea mesei, [mm]	N	130	—
Forța eliminatorului din masa presei, [MN]	$F_{e \cdot m}$	0,2	—
Cursa eliminatorului din masa presei, [mm]	$h_{e \cdot m}$	100	Se reglează poziția
Reglarea cursei eliminatorului din masa presei, [mm]	$h'_{e \cdot m}$	0—30	—
Forța eliminatorului superior, [MN]	$F_{e \cdot s}$	0,1	—
Cursa eliminatorului superior, [mm]	$h'_{e \cdot s}$	10	Se reglează poziția
Rigiditatea presei [kN/mm]	C_p	2700	—
Puterea motorului principal de antrenare, [kW]	P	18	—
Puterea motorului pentru mecanismul de reglare, [kW]	P_r	025	—

Presa funcționează cu următoarele regimuri : de reglare, cu curse singulare comandate și în regim automat.

siguranță la suprasarcini și cu sistem pentru echilibrarea greutății culisorului și preluarea jocurilor.

Comparativ cu construcțiile similare, mașina prezintă îmbunătățiri care îi conferă posibilități de exploatare atît în regim de curse singulare, cît și în regim automat. Mecanismul pentru acționarea tijei de extracție 8 din masa presei este acționat prin camă, de către un lanț cinematic a cărui sursă de antrenare este comună cu cea a arborelui principal. În acest mod, se pot asigura reglări ce permit alimentarea cu semifabricate și evacuarea pieselor extrudate atît în cazul deservirii manuale, cît și în cazul automatizării.

În vederea implementării pe mașină a unui mecanism 9 pentru alimentarea automată cu semifabricate, aceasta are prevăzută o priză de putere 7, acționată de la aceeași sursă ca și sistemul de extracție din masă. Eliminarea pieselor de pe masă se face cu jet de aer prin corpul 10.

Rigiditatea mașinii este de 2700 MN m, depășind valoarea recomandată de lucrările de specialitate [5, 8] (tab. 5). Alegerea acestei caracteristici a fost condiționată de executarea unor piese cu precizie ridicată.

Tot echipamentul de comandă, control și siguranță este fabricat în R. S. România.

În baza proiectelor de ansamblu și a documentării efectuate la Universitatea din Brașov,

Rigiditatea preselor cu genunchi pentru extrudare la rece [5]

Tabelul 5

Forța nominală [MN]	1	1,6	2,5	6,3
Rigiditatea [MN/m]	1500	2000	3000	3800

urmează a se realiza și proiectele de execuție pentru presele de 1,0; 2,5 și 4,0 MN. Acestea vor avea aceeași structură ca și presa de 1,6 MN și vor constitui o familie de mașini cu care întreprinderea își va asigura necesarul pentru prelucrarea prin extrudare la rece a tuturor pieselor de dimensiuni mici și mijlocii.

În alcătuirea prezentată mai înainte, presele vor putea fi exploatate ca unități de lucru singulare, în regim de acționare manuală, ca unități automatizate independente (fig. 4) și ca părți integrate în linii automate.

Ca unitate automatizată, mașina **1** este alimentată cu ajutorul unui manipulator **2**, al cărui mecanism de transfer **8** preia semifabricatul de la postul de alimentare **A** și îl transportă la cel de presare **B**. Semifabricatele sînt transferate din containerul **8**, de către un mecanism de transport cu melc **7**, și aduse pe transportorul cu racleți **6**. De pe transportor, semifabricatele ajung în cupa alimentatorului **5**, unde sînt orientate și dirijate pe jgheabul **4** și apoi la postul de alimentare **A**. Piesele presate sînt eliminate din zona activă a matriței de către un jet de aer prin elementul final **10** și dirijate pe jgheabul de evacuare **9** către un alt container.

Cu modificări minime — schimbarea cupei, a elementelor prehensoare și a jgheabului —, ansamblul de automatizare poate fi folosit pentru mai multe variante de piese cu formă și dimensiuni apropiate. În acest mod, ansamblul permite organizarea activității productive cu o oarecare flexibilitate, avînd implicații tehnice și economice considerabile.

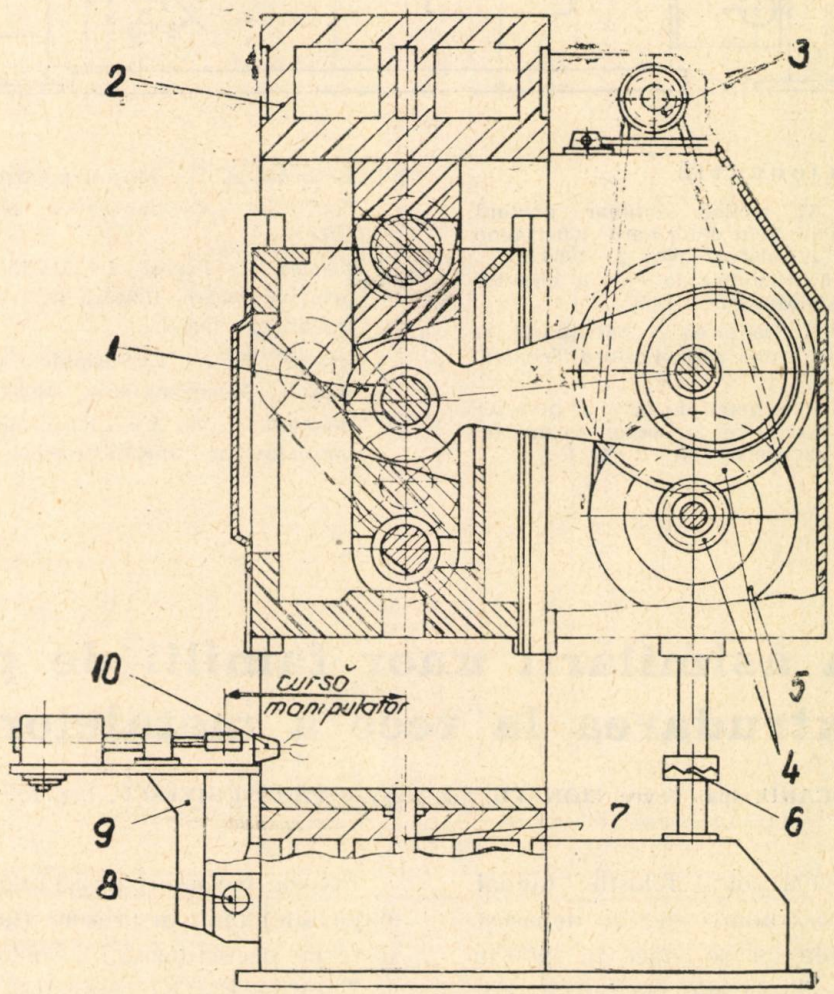


Fig. 3

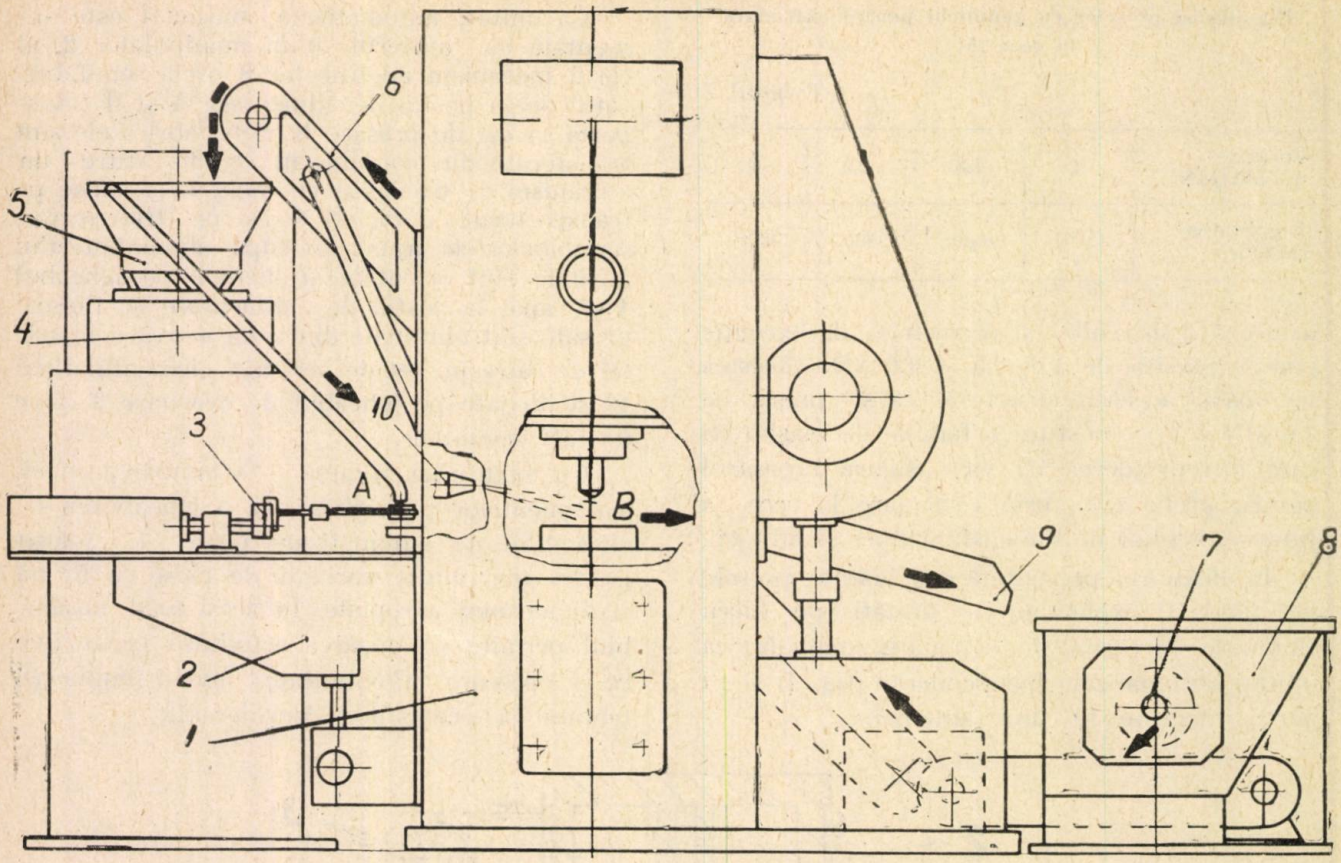


Fig. 4

BIBLIOGRAFIE

[1] *Komarov, D. A.:* Al treilea seminar privind prelucrarea metalelor prin deformare. Kuznecino stampovocinoe proizvodstvo, Nr. 2, 1986.

[2] *Feldman, G. D.:* Extruziunea la rece a pieselor din oțel. Moskva, Masghiz, 1963.

[3] *Romanovscki, P. V.:* Stanțarea și matrițarea la rece. Traducere din limba rusă. Editura Tehnică. București, 1970.

[4] *Miropolskii, I. A.:* Parametrii de bază ai preselor automate pentru extrudare la rece. Kuznecino stampovocinoe proizvodstvo, Nr. 2, 1971.

[5] *Bialschii, B. V.:* Mașini pentru presare volumică. Kuznecino stampovocinoe proizvodstvo, Nr. 8, 1971.

[6] *Tabără, V., Tureac, I.:* Mașini pentru prelucrări prin deformare. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1984.

[7] *Vlasov, V. J.:* Krivoșipnie kuznecino-pressovie mașinî. Mașinostroenie, Moskva, 1982.

[8] *Banketov, N. A.:* Kuznecino stampovocinoe oborudovanie. Mașinostroenie, Moskva, 1982.

CZ : 621.979 ; 621.771.4

Concepția asimilării unor familii de prese pentru extrudarea la rece a metalelor

Dr. ing. Ștefan **COJOCARU**, ing. Sever **MONAFU**, ing. Nicolae **PARASCHIVESCU**, ing. Mircea **NIȚU**, ing. Valentin **MAZILU** — I.C.S.I.T. „Titan", filiala Sibiu

Presele cu manivelă pot fi folosite numai pentru adîncimi de extrudare care nu depășesc 5 mm. Dimensionarea lor se face în ipoteza unor sarcini de 15—20 ori mai mari decît cele nominale.

Presele mecanice proiectate și asimilate (în majoritate) pînă în prezent (tab. 1 și 2) au o serie de particularități constructive.

Tipurile PMGO reprezintă prese mecanice orizontale cu sistemul principal de producere

Prese mecanice orizontale tip genunchi

Tabelul 1

Caracteristica / TIPUL PRESEI	U/M	PMGO 125	PMGO 315	PMGO 630
forța nominală	[KN]	1250	3150	6300
cadența la mers în gol	[min^{-1}]	16	16	16
cursa	[mm]	630	400	480
dist. între masă și berbec	[mm]	min. 300	max. 715	max. 800
diam. alezaj — masă	[mm]	250	340	340
— culisor	[mm]	170	300	300
putere motor principal	[kw]	37	75	75
extractor — forța	[KN]	—	320	320
— cursa	[mm]	—	150	150
Producător		I.M.U.P.F. — Tg. Jiu		

Caracteristicile preselor mecanice orizontale cu mai multe posturi pentru extrudare

Tabelul 2

Denumirea caracteristicii / TIPUL PRESEI	U/M	PMPO 40	PMPO 200	PMPO 315
forța nominală	[KN]	400	2000	3150
posturi de lucru	—	11	5	5
distanța între scule	[mm]	63		
cursa culisor		250	130	200
cadența la mers în gol	[min^{-1}]	cont. 31—150	cord. 100—150	65
diam. max. al barei	[mm]	12,5 Al. 9 Cu, 70 L	18	27
dist. min. între supr. mesei putere motor și culisor princ.	[mm]	500		
eliminator — forța	[KW]	22	26	37
— cursa			25	45
Producător		I. Mecanică Sibiu		

a forței, tip genunchi. Tipodimensiunea de 1250 KN (PMGO 125) are schema cinematică din figura 1, iar celelalte două — schema cinematică din figura 3.

La PMGO 125, mecanismul cu genunchi este cuplat și cu un angrenaj cu roți dințate care poate modifica viteza de lucru a culisorului, în perioada de deformare, pentru a o menține aproximativ constantă (fig. 2). Diferențele privind coordonarea vitezei în perioada deformării între mărimile 315, 630 și 125 este că mecanismul de la presele mai mari realizează o viteză aproape constantă, folosind suplimentar o camă special calculată pentru o cursă activă de 55 mm, la forța nominală (fig. 4). Presele au o cadență relativ scăzută, 16

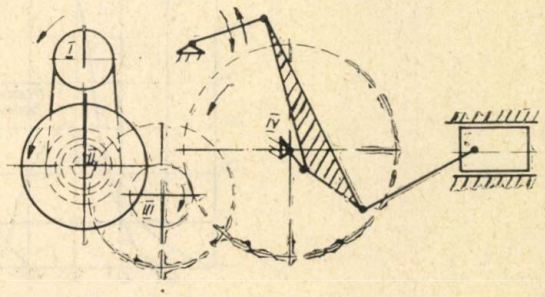


Fig. 1 Schema cinematică PMGO 125.

căderi min., dar pot fi folosite la o gamă mai mare de piese. Introducerea semifabricatelor se face mecanic.

Presele multipoziționale cu 11 sau 5 posturi de lucru (conform tab. 2) sînt mașini dotate pentru a lucra în ciclu automat, atît din

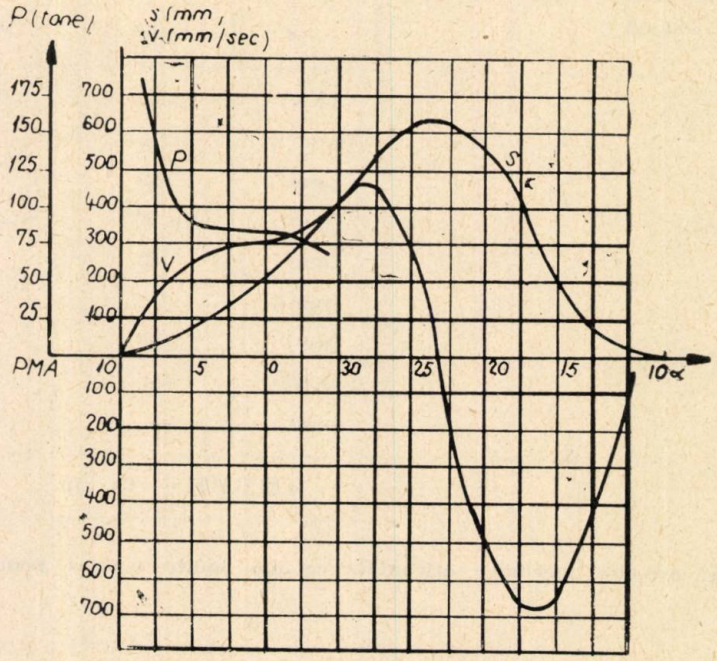


Fig. 2 Diagrama viteză (v), spațiu (s), forță (P)

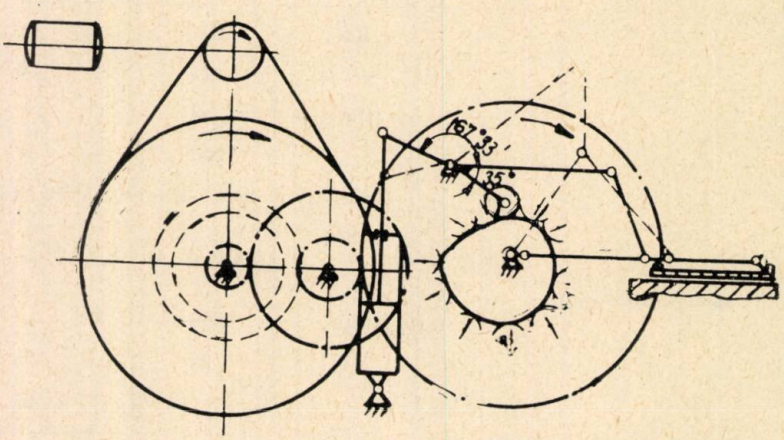


Fig. 3 Schema cinematică PMGO 315.

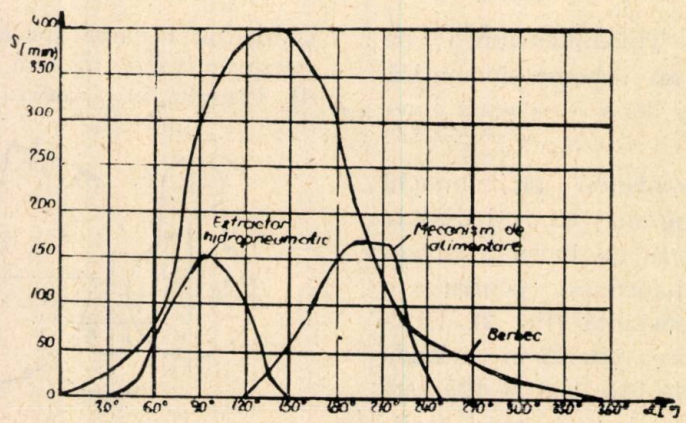


Fig. 4 Ciclograma de lucru PMGO 315.

punct de vedere al alimentării, cît și al transferului între posturi și evacuării piesei prelucrate. Ele se compun, în principal, dintr-un mecanism bielă-manivelă acționat fie de un motor electric de c.c., în care caz cadența e variabilă continuu (tab. 2), fie cu motor de c.a.

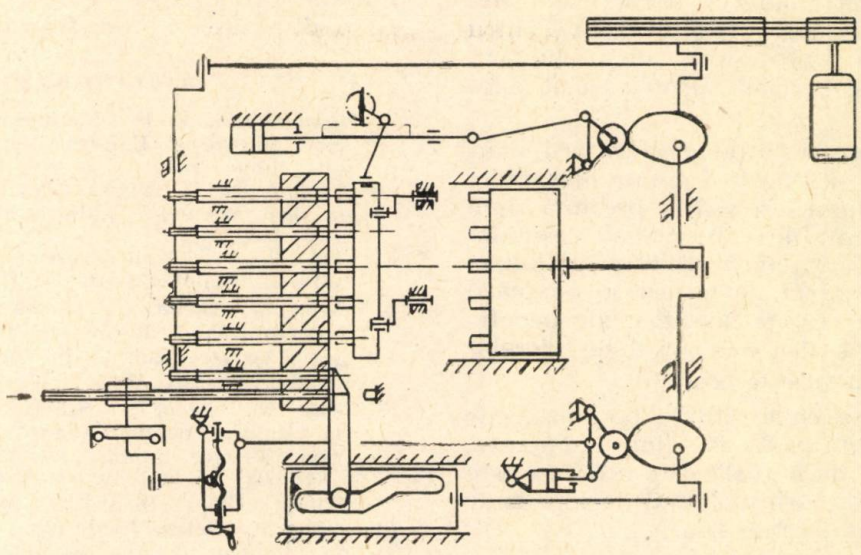


Fig. 5 Schema cinematică PMPO 200.

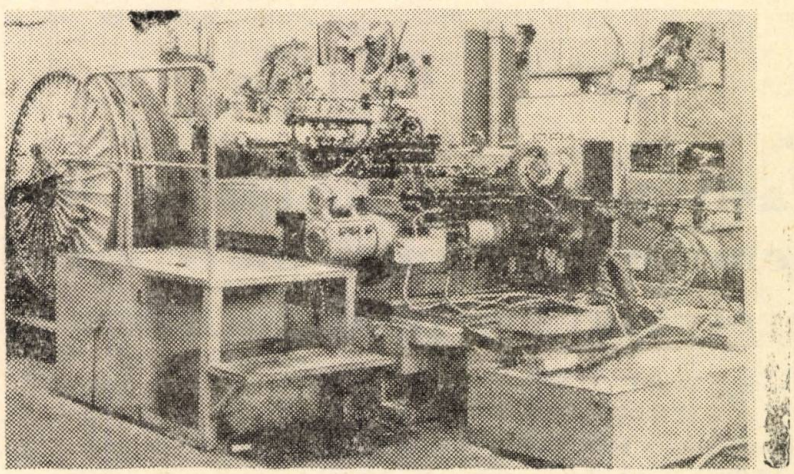


Fig. 6 Presa PMPO 200 cu apărători.

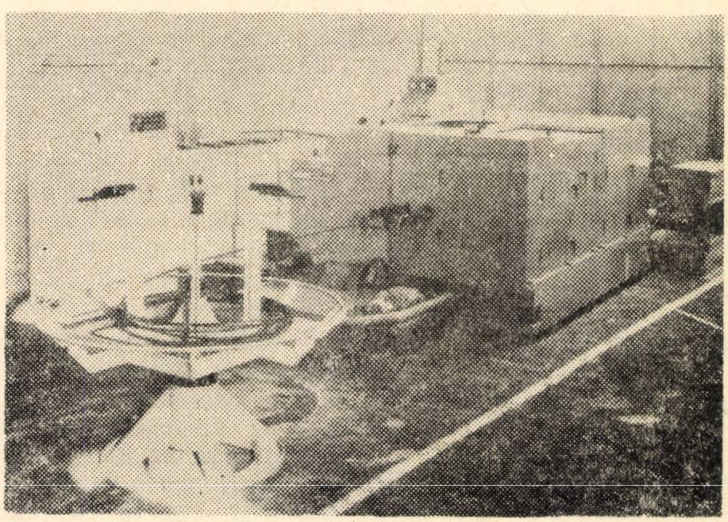


Fig. 7 Presa PMPO 200 fără apărători.

(tipul PMPO 315) cînd cadența este constantă. Schema cinematică (fig. 5), prezintă și sistemul de transfer al semifabricatelor debitate din colaci. Presele sînt dotate cu derulatoare din colaci și sistem de îndreptare cu role. Pentru ungerea necesară procesului de prelucrare, există o instalație specială (pentru cazul folosirii de lichide).

Cu presele construite de producătorii indicați în tabelele 1 și 2 au fost dotate mai multe intreprinderi. În figurile 6 și 7 se prezintă tipul PMPO 200. În unitățile care le-au asimilat există suficiente capacități pentru preluarea de comenzl. Din punct de vedere al adaptării acestora la unele cerințe specifice ale beneficiarilor, în funcție de caracteristicile pieselor extrudate, acest lucru este posibil.

Se pot proiecta chiar utilaje pe bază de temă (specializate) pînă la linii complexe, multifuncționale, dacă realizarea acestora este justifcată economic, prin volumul de piese ce ar urma să fie executat pe acestea.

Pe linia preselor hidraulice există în prezent preocupări de a asimila prese verticale de 4 și 6,3 MN. Cel mai mare avantaj al preselor hidraulice îl constituie viteza constantă pe tot parcursul extrudării. Există toate condițiile ca asemenea utilaje să fie asimilate într-un timp relativ scurt (1—2 ani) inclusiv cu o diversificare corespunzătoare a acestora.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Romanovski, V. P.:* Stanțarea și matrițarea la rece. București Editura tehnică, 1970. (trad.) din limba rusă).

[2] *Teodorescu, M., Zgura, Gh.:* Tehnologia presării la rece. București, Editura didactică și pedagogică, 1980.

[3] *Pischel, H.:* Kaltfliespressen von Stahl. In „Maschinenmarkt", nr. 60, 1969.

[4] *Nițu, M., Galea, I.:* Dimensionarea cilindrilor bobinați. Publicat în lucrările simpozionului „Realizări și tendințe în dezvoltarea mașinilor-unelte, București, 1985, p. 404—411.

[5] *Nițu, M., Galea, I.:* Studiul eforturilor unitate în cilindrul bobinat supus unei presiuni interioare la rece. Publicat în lucrările simpozionului „Realizări și tendințe în dezvoltarea mașinilor-unelte", București, 1985, p. 412—417.

[6] *Nițu, M., Galea, I.:* Studiul eforturilor unitate în cilindrul bobinat datorită temperaturii. Publicat în lucrările simpozionului „Realizări și tendințe în dezvoltarea mașinilor-unelte", București, 1985, pag. 418—432.

CZ : 621.672 : 621.979.25 : 621.771.4

Considerații asupra principiilor de proiectare a matrițelor din carburi metalice sinterizate, pentru prelucrări prin deformare plastică la rece

Ing. Radu Florin **MARINESCU** – Întreprinderea de Mecanică Fină București
Ing. Cleopatra **MEDVEȚCHI** – I.C.S.I.T.M.F.S. București
Ing. Neculai **VIȚELARU** – I.M.A.M.U.S. Iași

Introducere

Utilizarea sculelor cu elemente active din carburi metalice sinterizate, în domeniul prelucrărilor prin deformare plastică, a reprezentat un important salt calitativ, determinat în principal de durabilitatea foarte mare a acestora comparativ cu sculele clasice din oțel, în condițiile realizării unei calități superioare a produselor obținute. Cu matrițe avînd părțile active din carburi metalice, se obțin-uzual-creșteri ale durabilității între 10—25 ori, ajungîndu-se, în cazuri speciale, la peste 100 de ori față de durabilitatea sculelor similare din oțel.

Aceste creșteri sînt datorate proprietăților deosebite ale carburilor metalice : duritate foarte mare, rezistență mare la compresiune, coeficient de frecare redus, modul de elasticitate ridicat, precum și o bună stabilitate la cald a acestor caracteristici.

Experiența utilizatorilor a arătat că avantajele tehnico-economice deosebite ale prelucrărilor prin deformare plastică la rece pot fi valorificate superior, numai cu scule armate cu carburi metalice [1, 2]. Astfel, matrițele și filiarele sînt larg folosite în întreprinderile specializate pentru fabricația organelor de ansamblare, a rolelor de rulmenți, a sîrmelor și a barelor rotunde sau profilate.

În această lucrare, se prezintă principiile de bază privind proiectarea matrițelor cu elemente active din carburi metalice sinterizate, destinate prelucrărilor prin refulare și extrudare la rece, în scopul extinderii utilizării acestor tipuri de scule în industria românească.

Evaluări privind solicitările matrițelor în procesele de extrudare și refulare

În timpul proceselor de extrudare sau refulare la rece, părțile active ale matrițelor sînt supuse unor solicitări complexe în regim dinamic [3, 4, 5, 6]. Pentru obținerea unor date necesare proiectării, este necesară determinarea condițiilor de lucru ale acestor scule în timpul exploatării lor.

În etapa inițială a unui ciclu de lucru, materialul prelucrat se deplasează axial, ceea ce duce la uzarea progresivă a sculei în zonele de contact. În etapa de deformare propriu-zisă, apar presiuni interioare ce ating valori maxime în momentul umplerii cu material a întregii cavități a matriței. Fenomene intense de uzură și eforturi axiale se produc în etapa finală, de extracție, datorită frecării dintre sculă și piesă, determinată de revenirea elastică a materialului deformat.

În zonele de contact al sculei cu materialul deformat se produc, în timpul prelucrării, presiuni interioare care determină apariția unor eforturi radiale și tangențiale în matriță (fig. 1), avînd valori maxime pe suprafața sa interioară.

În decursul proceselor de deformare la rece prin extrudare sau refulare, eforturile la care sînt supuse sculele depind de un complex de factori, dintre care menționăm : tipul și caracteristicile materialului de prelucrat, gradul și viteza de deformare, coeficientul de frecare dependent de lubrifiere și schema stării de tensiuni și deformații.

Datorită caracterului ciclic și dinamic al solicitărilor, apare și fenomenul de oboseală care duce la micșorarea în timp a caracteristicilor mecanice ale materialului sculei.

Valorile mai mari ale eforturilor de deformare radiale pe suprafețele active apar de obicei la procesele de refulare. Pentru evaluarea mărimii solicitărilor, în scopul determinării unor date necesare proiectării sculelor, se va considera momentul în care metalul a umplut complet cavitatea unei matrițe de refulare (fig. 2). Se produce, astfel, comprimarea materialului într-un volum închis [5.] În cazul unei matrițe elastice, presiunea q exercitată de poanson asupra materialului refulat este mai mică decît presiunea p a materialului asupra matriței. La limită, în cazul unei matrițe perfect rigide, în care s-a produs curgerea completă a metalului refulat în volum închis, se poate considera $p = q$, [5]. Pentru anumite cazuri de prelucrare, literatura de specialitate prezintă valori efective ale presiunilor care apar în procesele de deformare considerate. Astfel, în calculul de rezistență a matrițelor puternic solicitate, cum sînt cele pentru refularea profilelor complicate din oțel, presiunea variază între 160—220 daN/mm² [5, 9]. La extrudarea directă, eforturile sînt semnificativ mai mici, presiunea interioară p situîndu-se uzual în intervalul 40—80 daN/mm², la prelucrarea oțelurilor corect tratate termic și fosfatate. În cazul extrudării inverse a oțelurilor cu un grad de deformare $\varepsilon = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \geq 0{,}5$, se va evalua $p = 160—200$ daN/mm² [9].

La prelucrarea prin deformare a pieselor complicate și cu variații mai mari de secțiune, apar în matrițe solicitări suplimentare datorită concentrărilor de eforturi, fapt care necesită adoptarea unor soluții constructive speciale.

Carburi metalice pentru prelucrări prin deformare

Carburile metalice sinterizate sînt materiale dure, obținute prin metode specifice meta-

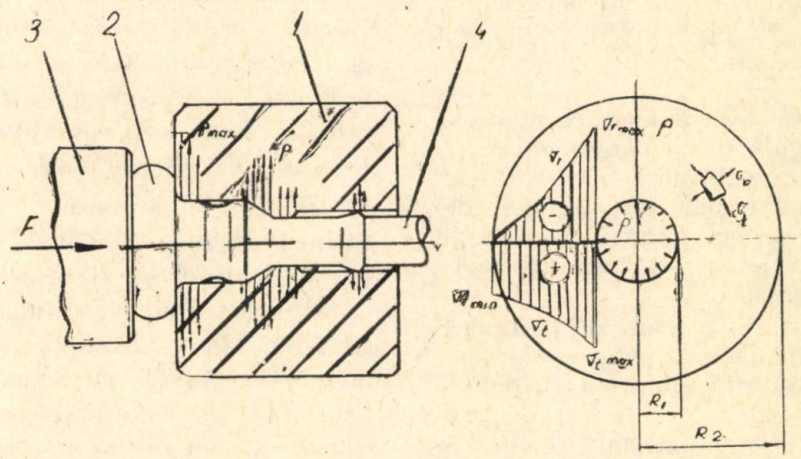


Fig. 1 Distribuția eforturilor într-o matriță monobloc de refulare și extrudare.

1 — matriță ; 2 — piesă ; 3 — poanson ; 4 — aruncător ; p — presiunea interioară ; σ_r — eforturi radiale ; σ_t — eforturi tangențiale.

Compoziția chimică și caracteristicile principale ale unor carburi metalice utilizate la I.M.F.B. pentru scule de deformare

Tabelul 1

Sort carbură	Compoziție [%]			Dimensiune medie a granulelor	Densitate [g/cm³]	Rezistență la încovoiere [N/mm²]	Duritate [HV 50]
	WC	Co	TaC + NbC				
G 10	93,5	6	0,5	1—2	14,90	1650	1600
G 20	87	12	1	2—3	14,20	2200	1300
G 20 R	90	10	—	4—7	14,35	2500	1200
G 30	85	15	—	2—4	13,90	2400	1050
G 30 S	83,5	16,5	—	4—7	13,85	2600	1030
G 40	80	20	—	2—4	13,60	2400	900
G 50	75	25	—	2—4	13,10	2500	800
G 60	72	28	—	2—4	12,75	2600	780

lurgiei pulberilor (presare — sinterizare), fiind alcătuite în principal din carbură de wolfram și cobalt sau nichel, cu adaosuri de carburi mixte de titan, tantal și niobiu. Există, astfel, o întreagă gamă de sorturi de carburi metalice, fiecare dintre ele fiind destinat unor domenii de utilizare specifice.

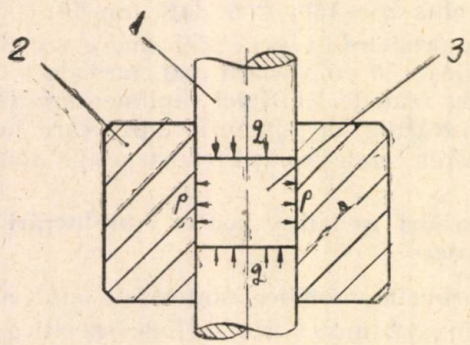


Fig. 2 Schema deformării metalului în volum închis.
1 — poanson ; 2 — matriță ; 3 — material deformat ; q — presiunea exercitată de poanson ; p — presiunea pe suprafața matriței.

Pentru prelucrările prin deformare plastică, sînt utilizate de regulă doar materialele dure pe bază de carburi de wolfram și cobalt. Unele sorturi conțin mici adaosuri de carburi de tantal și niobiu, în scopul limitării creșterii dimensiunilor granulelor de carbură de wolfram în timpul sinterizării.

În tabelul 1 se prezintă compoziția chimică și proprietățile principale pentru unele sorturi de carburi utilizate la scule pentru deformare.

Carburile metalice sînt materiale fragile, cu modulul de elasticitate avînd valori între 45000—63000 daN/mm². Comparativ cu piesele din oțel, pentru o aceeași deformație, în carburi apar eforturi de 2—3 ori mai mari [2, 11]. Eforturile de comprimare sînt preferabile în exploatare, datorită rezistenței foarte bune la compresiune a carburilor care este cuprinsă între 300—600 daN mm², fiind în raport invers proporțional cu conținutul de cobalt. Rezistența la întindere și rezistența la forfecare reprezintă numai 40—60% din valorile rezistențelor la încovoiere din tabelul 1.

Datorită porozității remanente care este, practic, inevitabilă la materialele sinterizate, rezistențele la rupere pentru carburi sînt supuse unor dispersii importante [12], ceea ce duce la micșorarea rezistențelor admisibile față de valorile indicate anterior.

Pe baza acestor considerente, proiectarea matrițelor pentru deformare plastică se va face astfel încît elementele din carburi metalice sinterizate să fie solicitate, pe cît posibil, numai la eforturi de compresiune.

În construcția sculelor de deformare și în special a matrițelor de extrudare și refulare la rece, sînt necesare sorturi de carburi cu tenacitate și rezistență la rupere cît mai ridicate. În acest scop, sînt utilizate carburi cu 15—30% Co și granulație medie sau mare. Rezultate bune s-au obținut utilizînd carburi de tip G 30 și G 40 la matrițele de extrudare și respectiv G 40, G 50 și G 60 la matrițele de refulare, sorturile cu un conținut ridicat de cobalt fiind utilizate la prelucrarea reperelor cu dimensiuni superioare. La sculele de deformare puternic solicitate la uzură, se pot utiliza și sorturi mai dure, de tipul G 20 R sau G 30 S.

În tabelul 2 sînt prezentate principalele domenii de utilizare a carburilor metalice sinterizate pentru scule de deformare.

Principii de proiectare

Din analiza condițiilor de exploatare corespunzătoare proceselor de extrudare și refulare și ținînd seama de proprietățile specifice carburilor metalice, precum și pe baza experienței

Domeniile principale de utilizare a carburilor metalice sinterizate pentru scule de deformare plastică

Tabelul 2

Sort carbură	Domenii principale de utilizare
G 10	Filiere de trefilare și scule pentru extrudarea materialelor abrazive
G 20	Filiere de tragere și matrițe de formare sau calibrare
G 20R	Aceleași ca la G 20, în condițiile unor solicitări dinamice mai mari. Scule pentru minerit, foraj.
G 30	Filiere mari pentru tragere. Role laminare. Matrițe de extrudare, ambutisare.
G 30S	Aceleași ca la G 30, în condițiile unor solicitări dinamice mai mari. Foraj rotopercutant.
G 40	Matrițe pentru extrudare la rece (șuruburi) Matrițe de ambutisare, refulare.
G 50	Matrițe pentru deformare la rece și la cald. Matrițe refulare șuruburi.
G 60	Matrițe puternic solicitate la sarcini dinamice (refulare șuruburi)

noastre practice din domeniu, se vor enunța cîteva principii care trebuie respectate în proiectarea matrițelor cu elemente active din carburi metalice :

— montarea reperelor din carbură în carcase din oțel se va face numai prin fretare, pe suprafețe cilindrice sau conice (fig. 3) ; în acest caz devin inutile și chiar dăunătoare pragurile sau gulerele practicate în piesele din carbură pentru fixare axială ;

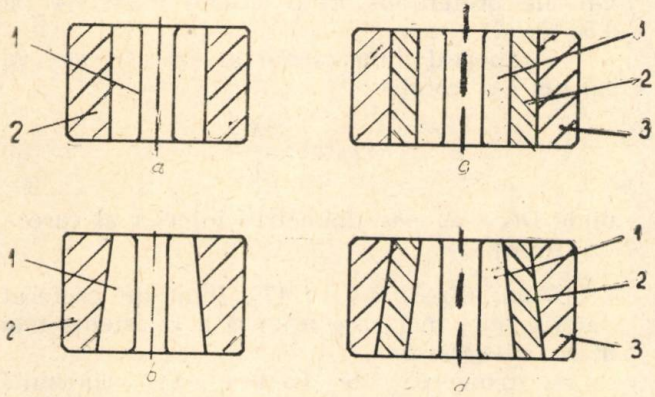


Fig. 3 Montarea reperelor din carburi metalice sinterizate.

a) fretare cilindrică simplă ; b) fretare conică simplă ; c) fretare cilindrică dublă ; d) fretare conică dublă ; 1 — miezuri din carburi ; 2, 3 — carcase (inele) din oțel.

— sprijinirea, pe direcția forței, a pieselor din carbură trebuie să fie fermă, pe suprafețe perfect plane ;

— se vor evita concentratorii de eforturi din cavitățile matrițelor, monobloc, unghiurile ascuțite fiind înlocuite cu unghiuri și raze cît mai mari posibil ;

— la matrițele complexe este de preferat construcția miezurilor din mai multe elemente din carbură, asamblate, planele de separare dintre ele fiind alese pe direcția concentrărilor de eforturi (fig. 4) ;

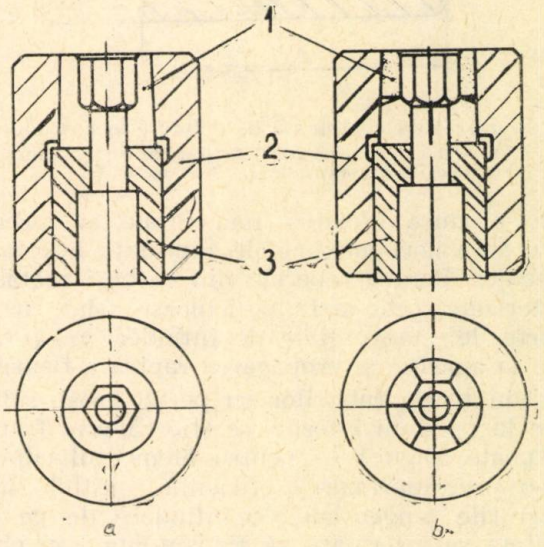


Fig. 4 Matrițe complexe, cu elemente active (miezuri) din carburi metalice sinterizate.

a) matriță cu miez monobloc ; b) matriță cu miez din elemente asamblate ; 1 — miez din carburi ; 2 — carcasă ; 3 — piesă de sprijinire axială.

— pentru sculele supuse la solicitări dinamice ridicate, se vor alege carburi cu peste 15% Co, cu dimensiuni medii sau mari ale granulelor de carbură de wolfram. Pentru fiecare aplicație nouă, sînt necesare experimentări în vederea stabilirii sortului optim. Se va alege, în principiu, sortul cel mai dur posibil care nu se distruge prin spargere în timpul utilizării ;

— suprafețele active vor fi prevăzute cu conicități sau înclinații de 15'—20', necesare extracției pieselor și vor avea rugozități $R_a \leq 0{,}1$ μm ;

— matrițele combinate de extrudare și refulare (fig. 5), se vor executa cu elemente din carburi diferite, adecvate fiecărui proces de deformare în parte (G 40 pentru extrudare, G 60 pentru refulare).

Metodă de proiectare a matrițelor fretate

Asigurarea unei rezistențe corespunzătoare a matrițelor pentru deformare plastică, avînd elementele active din carburi metalice sinterizate, se poate realiza numai prin fretarea aces-

tora cu ajutorul unor carcase din oțel în condiții precis determinate. După cum s-a arătat anterior (fig. 1), în timpul proceselor de extrudare și refulare, presiunea materialului defor-

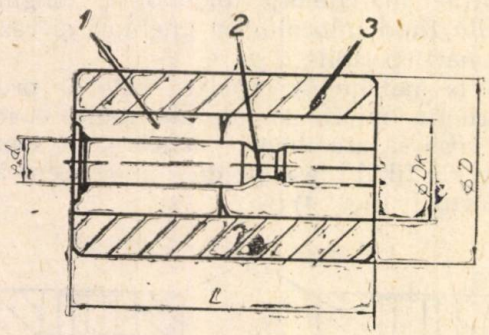


Fig. 5 Matriță combinată de refulare și extrudare
1 — miez din carburi G 60 (refulare) ; 2 — miez din carburi G 40 (extrudare) ; 3 — carcasă.

mat produce eforturi tangențiale și radiale, care au valori maxime pe suprafața interioară a sculei. Pentru reperele din carburi metalice sinterizate, cele mai periculoase sînt astfel eforturile tangențiale de întindere $\sigma_{t\ max}$ care duc la apariția și propagarea rapidă a fisurilor.

Din teoria tuburilor cu pereți groși, solicitate la presiuni interne, se știe că prin fretare se poate asigura — pentru elementul cuprins — o precomprimare eficientă, astfel încît eforturile tangențiale de întindere de pe suprafața sa interioară să fie anulate, sau chiar transformate în eforturi de compresiune. Pe acest principiu, se bazează construcția matrițelor de deformare cu elemente active din carburi metalice sinterizate, realizîndu-se o rezistență mult mai mare față de matrițele monobloc din carbură avînd aceleași dimensiuni de gabarit.

Proiectarea matrițelor pentru refulare sau extrudare pornește de la următoarele date inițiale :

d = diametrul interior activ maxim al matriței [mm] ;

D = diametrul exterior al matriței, limitat de obicei de posibilitățile de fixare pe presă [mm].

P = presiunea interioară maximă la care este solicitată matrița în timpul deformării [daN/mm^2].

Stabilirea tipului de fretare necesar se face pe baza presiunii interioare [5], adoptînd pentru $p \leqslant 85$ daN/mm^2 — fretarea simplă, pentru $p \geqslant 117$ daN/mm^2 — fretarea dublă, iar pentru $p \leqslant 152$ daN/mm^2 — fretarea triplă. În practică s-a constatat că aceste valori pot fi depășite cu maximum 20%, sculele rămînînd în domeniul sigur de lucru. Se preferă, de obicei să se utilizeze fretarea simplă, micșorînd — dacă este nevoie — presiunea și gradul de deformare prin mărirea numărului de faze de prelucrare.

Relațiile cunoscute din calculul de rezistență a tuburilor fretate cu pereți groși sînt relativ complicate și sînt greu de utilizat în proiectarea operativă a matrițelor cu elemente active din carburi metalice sinterizate.

În cele ce urmează ne vom referi numai la proiectarea simplificată a matrițelor de extrudare și refulare fretate simplu (fig. 6) cu elemente active din carburi G 40 — G 60, pe baza metodei indicate în lucrarea [7] și verificată practic în condiții industriale.

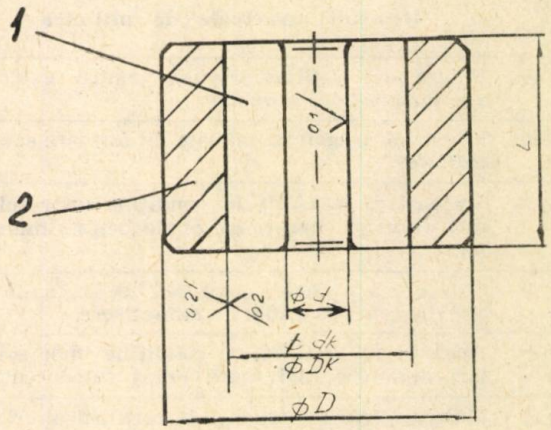


Fig. 6 Matriță fretată simplu.
1 — miez ; 2 — inel de fretare (carcasă) ; d — diametrul interior ; dk (DK) — diametrul de fretare ; D — diametrul exterior.

Etapele de calcul necesare dimensionării matrițelor sînt următoarele :

— stabilirea diametrului exterior optim al miezului din carbură, care se face cu relația :

$$dk = \sqrt{D \times d}, \quad [\text{mm}] ; \qquad (1)$$

— raportul dimensional al miezului este dat de relația :

$$Q_k = \frac{d}{dk} \qquad (2)$$

Se recomandă raportul $Q_k = 0{,}25—0{,}5$, valorile preferabile fiind situate între 0,4 și 0,5 [5, 7] :

— raportul dimensional al carcasei se va calcula cu relația :

$$Q_f = \frac{DK}{D} \qquad (3)$$

unde $DK \simeq dk$ este diametrul interior al carcasei, [mm];

Uzual, $Q_f = 0{,}3 \div 0{,}7$ [7], fiind de preferat valorile mai mci care asigură a rezistență mai mare a carcasei;

— strîngerea de fretare (S) reprezintă diferența măsurată la temperatura ambiantă între diametrul de fretare al miezului și respectiv al carcasei :

$$S = dk - DK \quad [\text{mm}]; \qquad (4)$$

Determinarea valorilor strîngerii de fretare S se face în funcție de Q_f și dk, cu ajutorul nomogramei din figura 7, [7]. La aceste valori se admit abateri de $\pm 5\%$;

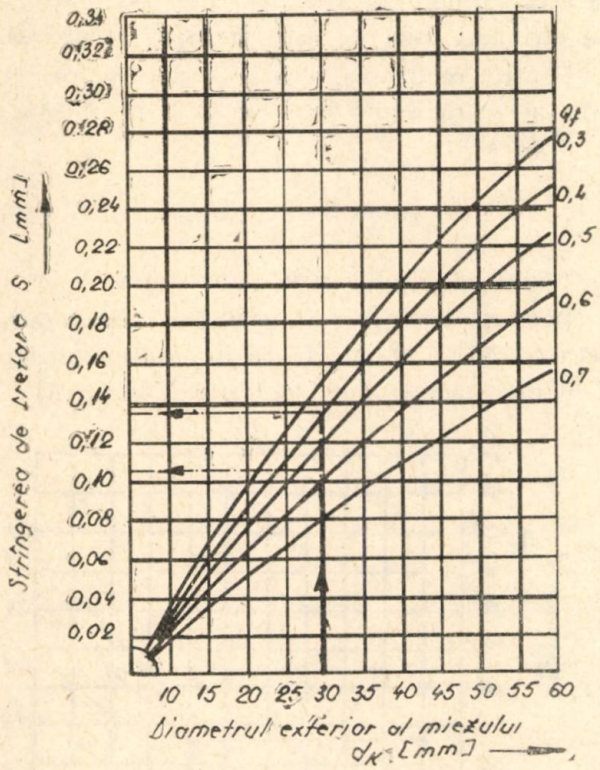


Fig. 7 Strîngerea de fretare S în funcție de diametrul dk și raportul Q_f.

— se calculează cota efectivă a diametrului interior al carcasei:

$$DK = dk - S \quad [\text{mm}]; \tag{5}$$

— se calculează dilatarea Δ_{DK}, necesară introducerii libere a miezului în carcasă, cu relația:

$$\Delta_{DK} = S + (0{,}02 \ldots 0{,}05) \ [\text{mm}]; \tag{7}$$

— temperatura de încălzire a carcasei necesară realizării dilatării Δ_{DK} se determină cu ajutorul relației:

$$t = \frac{\Delta_{DK}}{DK \cdot \alpha} \ [°\text{C}], \tag{6}$$

în care α = coeficientul de dilatare termică pentru materialul considerat $\left[\frac{1}{°\text{C}}\right]$;

Pentru simplificare se poate folosi nomograma din figura 8, [7], care indică dependența dilatării Δ_{DK} de temperatură și de valoarea nominală a diametrului DK, pentru $\alpha = 11{,}5 \times 10^{-6}$, $[°\text{C}^{-1}]$. Datorită temperaturilor ridicate necesar fretării (fig. 8), pentru construcția carcaselor sînt necesare oțeluri aliate speciale de tipul W 66, V M 23, V Mo C N 17, V C W 85, cu temperaturi înalte de revenire. Acestea asigură, după fretare la 450—550°C, obținerea unor durități între 44—47 HRC și, respectiv, a unor rezistențe la rupere de circa 150—160 daN/mm^2.

— se calculează fretajul F cu relația:

$$F = \frac{1000 \cdot S}{dk} \ [‰] \tag{8}$$

— solicitarea carcasei p_1 [daN/mm^2], sub acțiunea fretării și a presiunii interioare p, se determină în funcție de F, Q_f și p cu ajutorul nomogramei din figura 9, [7]. Valorile obținute trebuie să fie sub limita de curgere a oțelului folosit;

— încărcarea admisibilă p_a, în cazul matrițelor simplu fretate, fără apariția eforturilor tangențiale de întindere în miezul din car-

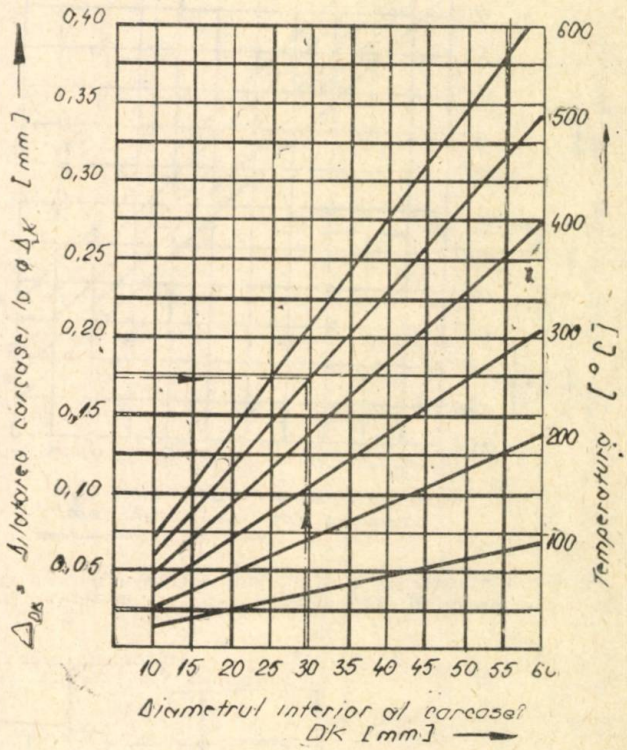


Fig. 8 Dilatarea carcasei la încălzire.

buri metalice sinterizate, se determină în funcție de fretajul F și de raportul dimensional al carcasei Q_f, cu ajutorul nomogramei din figura 10 [7].

Deoarece fretarea, în condițiile de mai sus, permite menținerea elementului din carburi metalice, în timpul exploatării matriței, sub acțiunea unor eforturi tangențiale de compre-

siune, devine posibilă executarea acesteia din mai multe segmente asamblate, care rămîn astfel în contact ferm în decursul procesului de deformare. În figura 11 este prezentată o matriță al cărei miez 1 este alcătuit din 6 elemente de carbură, fretate împreună în carcasa 2. Cu acest tip de matriță se realizează între 3—6 milioane piulițe, ceea ce reprezintă durabilități de 8—10 ori mai mari decît la matrițele similare cu miez monobloc din carbură, și de circa 100 ori mai mari decît în cazul matrițelor din oțel.

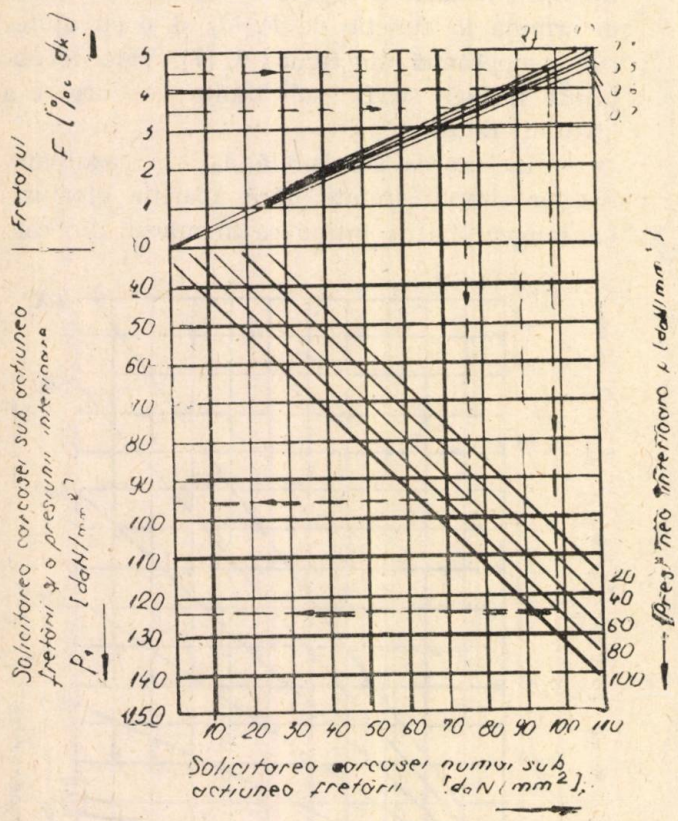


Fig. 9 Solicitarea carcasei p_i, sub acțiunea fretării și a presiunii interioare.

Metoda de proiectare descrisă se aplică în condiții foarte bune și în cazul fretării pe suprafețe conice. Fretarea conică permite introducerea miezului prin presare în carcasă, aceasta fiind încălzită la circa 200—300°C. La strîngeri mici nu este necesară încălzirea.

Pentru realizarea strîngerii de fretare S, este necesară deplasarea miezului pe distanța x (fig. 12):

$$x = \frac{S}{2 \operatorname{tg} \alpha} \text{ [mm]} \qquad (9)$$

Uzual, unghiul α are valori între 1—5°.

Deoarece fretarea conică se realizează la temperaturi joase se pot folosi în multe aplicații și oțeluri mediu aliate de tip 41 Mo Cr 11

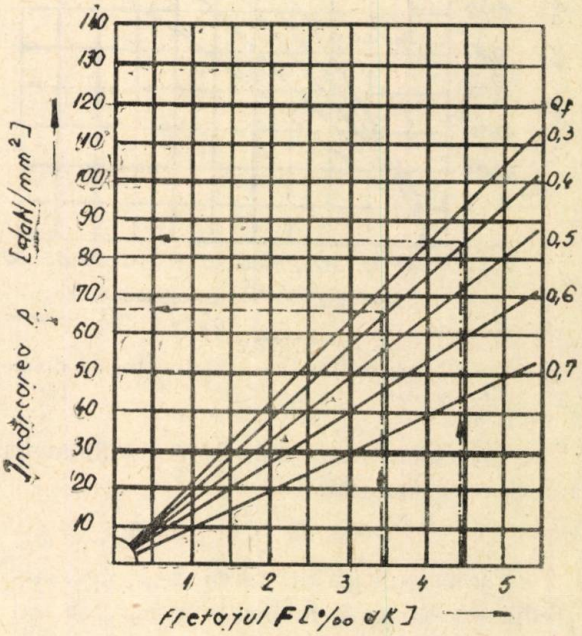


Fig. 10 Încărcarea admisibilă a matriței la interiorul alezajului p_a, fără apariția eforturilor de întindere în miez.

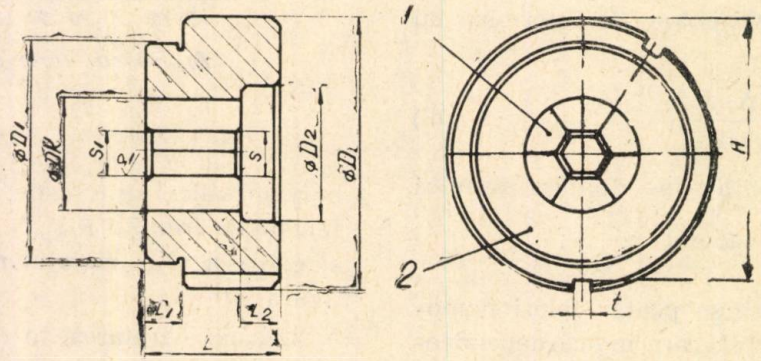


Fig. 11 Matriță pentru refularea piulițelor.
1 — miez din 6 segmente (G 40); 2 — carcasă (V Mo C N 17).

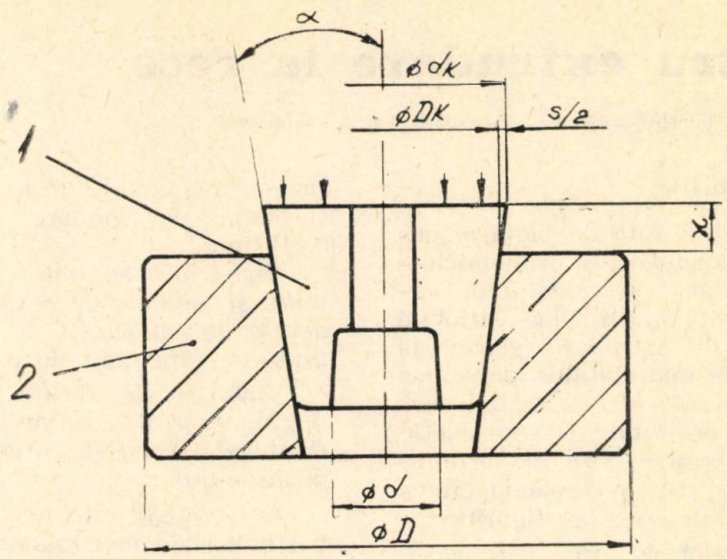


Fig. 12 Schema prestării miezului la matrițele fretate conic.

1 — miez ; 2 — carcasă ; x — deplasarea miezului pentru realizarea strîngerii impuse S.

Concluzii

Proiectarea corectă a matrițelor pentru extrudare și refulare, armate cu elemente din carburi metalice sinterizate, necesită cunoașterea solicitărilor care apar în procesele de deformare, precum și a proprietăților materialelor utilizate. Durabilitățile mari ale sculelor de acest tip se pot obține numai printr-o respectare riguroasă a unor principii de proiectare specifice și în primul rînd a utilizării unor sorturi adecvate de carburi metalice, iar sculele trebuie montate astfel încît în exploatare să nu se producă distrugerea lor prematură prin spargere.

Lucrarea prezintă și o metodă simplificată de calcul al matrițelor fretate, care permite proiectarea rapidă a unor noi tipuri de scule de deformare plastică. Metoda descrisă poate sta la baza conceperii unor programe de proiectare asistată de calculator (CAD), care vor permite scurtarea duratei de elaborare a documentației tehnice, în condițiile optimizării caracteristicilor constructive și funcționale ale sculelor.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Badea, S.:* Forjarea și extruziunea materialelor metalice. E.D.P., București 1980.

[2] *Bettle, D. G.:* Carbide Applications for Cold Forming. In New Frontiers in Tool Materials, Cutting Techniques, Metal Forming — International Conference et Mount Royal Hotel, London 15—16 March 1979.

[3] *Eschler, H.:* Instandhaltung von Hartmetall — Kaltpresswerkzeugen. DRAHT 19 (1968), nr. 8.

[4] *Eschler, H.:* Hartmetallwerkzeuge für das Kaltverformen von Schrauben, Muttern und Formteilen. DRAHT 19 (1968), nr. 4.

[5] *Foteev, N. K.:* Visokostoichie ștampî. Mașinostroienie, Moskva, 1965.

[6] *Lecocq, A. G.:* Der Spannungszustand im Schaft einer Schraube während des Kaltstauches des Kopfes. DRAHT Coburg 22 (1971), Nr. 8-9.

[7] *Schraven, G., Blum, J.:* Vereinfachte Methode zur Auslegung von Schrumpf und Presspassungen für Kaltpreswerkzeuge. Drahtwelt 59 (1973) nr. 5, Vogel Verlag Würzburg — Düsseldorf.

[8] *Sieber, F.:* The Industrial Application of Cold Forming in Germany. VDI, Hamburg, West Germany.

[9] *Siebber, K.:* Theoretische Grundlagen und praktische Erfarungen zur Konstruction von Kaltpreswerkzeugen. VDI, Hamburg, DRAHT 8/1971.

[10] x x x: Kaltfliesspressen. Tizit Information, 5/1976.

[11] x x x: Das Befestigen von Hartmetall in Verschleissteilen. Material documentar Sandvik Coromant.

[12] x x x: Die physikalischen Eigenschaften der Hartmetals. Material documentar Sandvik Coromant.

CZ : 621.979.25 : 621.771.4

Scule pentru extrudare la rece

Tehn. Aurel VOICU – Întreprinderea de Autocamioane (I.A.) – Braşov

Consideraţii introductive

Concepţia optimă şi durata de viaţă a sculelor au o influenţă hotărîtoare în economicitatea şi succesul dezvoltării procedeului de extrudare la rece. Datorită multiplelor variabile implicate în procesul de extrudare (geometria pieselor, caracteristicile materialului, presiunea de lucru etc.), este dificil să se stabilească norme universale de proiectare şi construcţie a sculelor. Totuşi pe baza experienţei acumulate la I.A. Braşov, se pot recomanda cîteva principii de urmat, printre acestea figurînd :

— folosirea matriţelor de tip deschis — pentru a putea evacua materialul în exces din semifabricat ;

— coaxialitatea precisă a poansonului cu matriţa, pentru evitarea fenomenelor de flambare, deformare şi deteriorare prematură a poansonului ;

— reducerea suprafeţei de contact dintre semifabricat şi părţile active ale poansonului ;

— evitarea concentratorilor de tensiune ;

— reducerea încălzirii sculelor printr-o lubrifiere raţională a suprafeţelor pieselor, astfel încît să existe o cantitate suficientă de lubrifiant în tot timpul deformării ;

— realizarea unei rigidităţi corespunzătoare a sculelor.

Construcţia şi geometria sculelor pentru extrudare la rece

Elementele cele mai importante care realizează forma şi dimensiunile piesei sînt poansonul şi matriţa.

Poansoanele pentru extrudare la rece admit în general, solicitări de 160—220 daN/mm² *), forţe de presare mai ridicate putînd să conducă la ruperea matriţei. Geometria lor nu este complicată, ele fiind piese de revoluţie, (fig. 1), iar forma lor este determinată de forma piesei ce trebuie executată. Probleme deosebite apar la poansoanele pentru extrudarea inversă, acestea fiind foarte solicitate, în special, la şocuri şi eforturi ridicate de compresiune.

Pentru a evita flambajul, trebuie ca raportul dintre lungimea activă (h_3) şi diametru (d) să nu depăşească valoarea de 3 : 1. În cazurile cînd poansonul are lungime mare şi diametrul mic, se utilizează soluţii constructive cu bucşă de ghidare, raportul fiind — în acest caz — de pînă la 5 : 1. Jocul dintre poanson şi bucşa de ghidare poate fi de 0,005 ... 0,017 mm.

Vîrful poansonului prezintă o importanţă mare şi depinde de materialul care se extrudează, de adîncimea de pătrundere, de cantitatea de lubrifiant de pe suprafaţa piesei etc.

Vîrful se va executa întotdeauna cu un mic unghi, α, pentru dozarea volumului de lubrifiant ce trebuie să curgă pe material înaintea poansonului.

Acest unghi este mai mic, de 1° ... 2° pentru materiale moi (aluminiu şi cupru), şi mai mare, de 5° ... 10°, pentru oţeluri.

Pentru adîncimi mai mari de pătrundere, unde menţinerea peliculei de lubrifiant este mai dificilă, se prevede o porţiune plată pe faţa frontală a vîrfului poansonului (d_1) care va fi aproximativ 35% din diametrul nominal.

Diametrul nominal al vîrfului poansonului d este, în general, aproape egal cu diametrul găurii piesei de extrudat.

Pentru reducerea suprafeţelor de contact, vîrful poansonului se execută cu o faţetă a cărei valoare este : $h = (0{,}3 \ldots 0{,}7)\sqrt{d}$, unde d este diametrul vîrfului poansonului.

Partea din spatele vîrfului are un diametru mai mic (d_2) cu 0,1 ... 0,6 mm decît diametrul vîrfului. Trecerea se va face cu racordări largi, pentru a evita concentrările de tensiune.

Construcţia matriţelor pentru extruziune depinde de forma pieselor extrudate, de natura materialului şi de natura operaţiilor ulterioare, la care sînt supuse piesele extrudate.

Este cunoscut faptul că vîrfurile de tensiune care apare în peretele alezajului la matriţele monobloc sînt diminuate considerabil, dacă matriţele se execută cu o structură fretată, din două părţi (fig. 2), adică un miez al matriţei 2 şi un inel de fretare (armare) 1, astfel ca miezului matriţei să-i fie impuse pretensiuni de compresiune şi tangenţiale ridicate, care conduc la o distribuţie a tensiunii considerabil mai favorabilă în matriţa sub sarcină.

Avantajele fretării sînt incontestabile. În timp ce matriţele simple, nearmate, pot fi încărcate cu o presiune interioară de circa 100 daN/mm², la matriţele simplu fretate această presiune poate fi majorată la 160 daN/mm², iar la matriţele dublu fretate — pînă la 220 daN/mm².

Fretarea la cald impune ca oţelul din care se execută inelele de armare să nu-şi piardă duritatea, la temperatura la care se încălzesc

*) În sistemul internaţional de unităţi (S.I.) : 1 daN/mm² = 10 MPa.

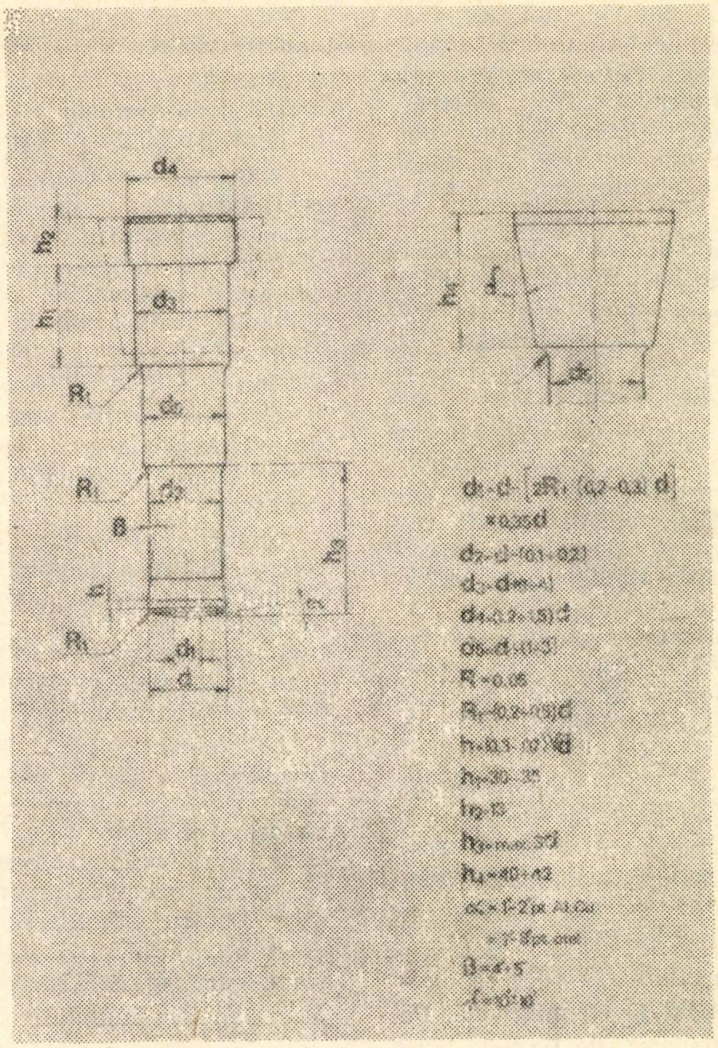


Fig. 1 Poanson pentru extrudarea inversă a pieselor.

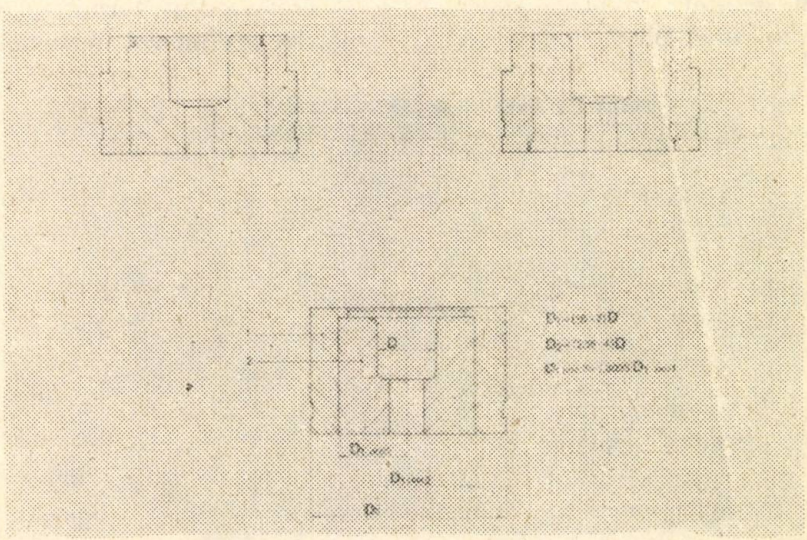


Fig. 2 Matriță pentru extrudarea armată prin fretare la cald.

în vederea fretării (cca. 380°C). Inele de fretare se execută din oțeluri aliate de tipul 30 W Cr (W 3411), 56 Ni Cr Mo V 7 (W 2714), sau 50 V Cr 11 tratate termic la 40 ... 44 HRC. O condiție de bază pentru aceste oțeluri impune ca ele să fie cît mai elastice, să nu-și piardă această calitate nici după 3 ... 5 fretări repetate.

Diametrul matriței înainte de fretare ($D_{1\ poz\ 2}$) se calculează cu relația empirică $D_{1\ poz\ 2} = 1{,}0035\ D_{1\ poz\ 1}$ unde $D_{1\ poz\ 1}$ este diametrul nominal al inelului de fretare.

Geometria matrițelor este determinată, în general, de forma și dimensiunile piesei de extrudat.

La proiectarea și construcția matrițelor, se va ține cont de prescripțiile generale privind evitarea concentrărilor de tensiune, toate reducerile de diametre executîndu-se prin racordări cu raze cît mai mari posibil, sau conicități.

Constructiv, s-a adoptat execuția matrițelor cu inel fretat; la I.A. Brașov, din observațiile practice, s-a adoptat varianta de execuție a matrițelor cu inel fretat pe toată lungimea.

Diametrul exterior al matrițelor se calculează după relația $D_1 = (1{,}6 \ldots 2)\ D$ unde D este diametrul maxim interior al matriței, respectiv diametrul maxim al piesei de extrudat. Diametrul exterior al inelului de fretare se calculează cu relația: $D_2 = (2{,}56 \ldots 4)\ D$.

La I.A. Brașov, extrudarea la rece se execută pe prese cu genunchi și cu manivelă. Pe acestea, se montează un corp de bază la care ansamblul sculelor active (poanson-matriță-eliminator) este schimbat, în funcție de necesități.

Poansoanele sînt montate în placa superioară, prin intermediul unei piulițe cu un con despicat, care asigură o centrare bună cu axa matriței și permite o schimbare relativ rapidă.

Matrițele se fixează în placa inferioară a corpului cu ajutorul a două elemente: un unel de centrare și un inel de reținere.

Alegerea *materialelor pentru sculele de extrudare* este o problemă destul de dificilă, datorită faptului că aceste scule sînt supuse la eforturi de compresiune și tracțiune, eforturi radiale și tangențiale, variații de temperatură, solicitări la oboseală, la încovoiere și la uzură. Dintre toți acești factori, primordiali sînt efortul la compresiune și rezistența la uzură.

Pentru execuția poansoanelor și matrițelor de extrudare la rece, există trei grupe mai importante de oțeluri și aliaje dure, după cum urmează:

oțeluri cu 8 ... 12% Cr. Cu o duritate inițială de 63 HRC, aceste oțeluri au o rezistență de impact mare, în schimb au rezistența la încovoiere, la uzură și rezistența la temperatură — mai scăzute. Sînt indicate pentru scule greu solicitate, la care rezistența la fisurare este mai mportantă decît uzura;

b) oțeluri rapide: M 2 (W 3343), M 42 (W 3247); M 4 (W 3344) și M 3355. Acestea sînt preferate fiind superioare oțelurilor cu crom și avînd o rezistență la compresiune și la uzură — mai mare. Se folosesc, cu precădere, la execuția poansoanelor cu încărcare mare pentru extrudarea inversă;

c) aliaje dure, pe bază de carburi de wolfram, care se utilizează pentru construcția poansoanelor, numai în anumite condiții speciale în care nu apar solicitări de încovoiere, unde există o centrare perfectă între poanson și matriță, iar presa folosită are un joc minim în ghidaje.

Tratamentul termic pentru poansoane și matrițe are un rol important în obținerea unei

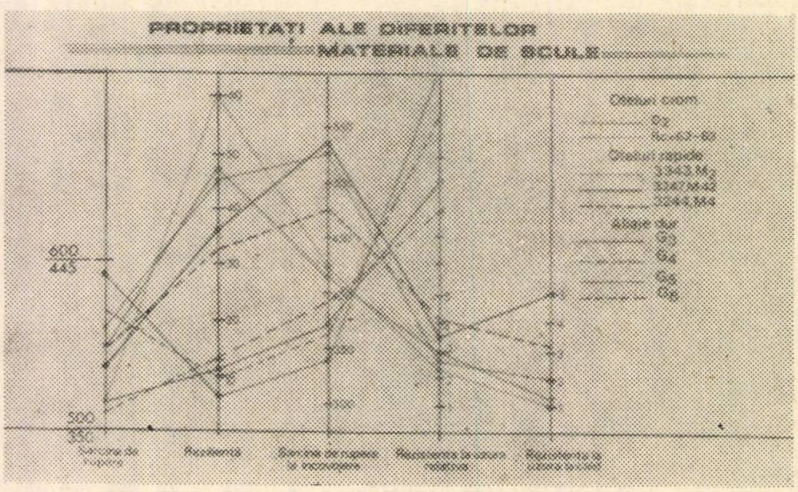


Fig. 3 Proprietăți ale diferitelor materiale de scule.

calități corespunzătoare. În mod obișnuit pentru a scădea tenacitatea sculelor, nu se depășește duritatea de 62 HRC.

La I.A. Brașov, pentru execuția sculelor de extrudare la rece, se utilizează cu succes oțe-

O altă soluție constructivă de eliminare a spargerilor constă în executarea matriței din bucăți (fig. 5, 1), sau dintr-o singură bucată cu preluarea sarcinii axiale de către eliminator (fig. 5, 2).

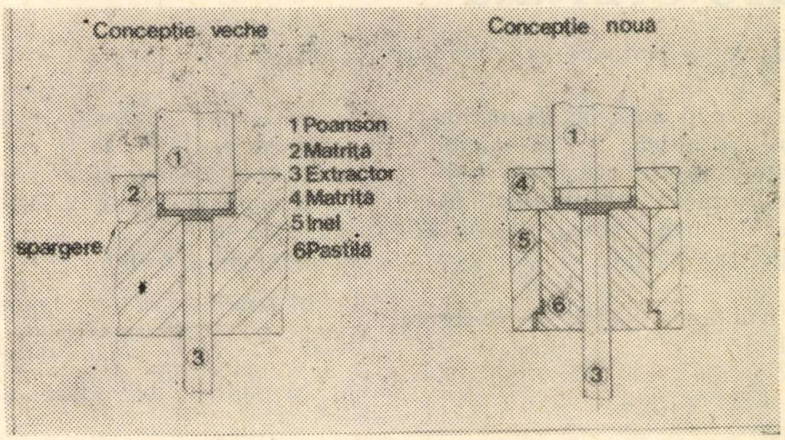


Fig. 4 Soluții de execuție a matrițelor de extrudare.

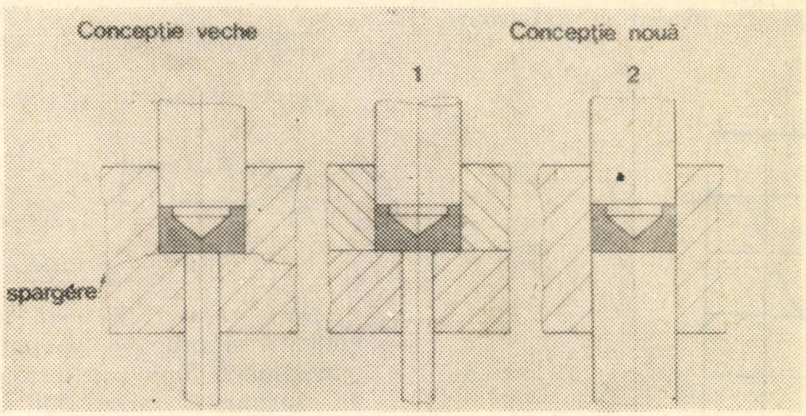


Fig. 5 Soluții de execuție a matrițelor de extrudare (în varianta 2, eleminatorul preia din tensiunile longitudinale).

lul Rp 5 STAS 7382, elaborat de C.O.S. Tîrgoviște.

Există cazuri speciale cînd, pentru a mări rezistența la uzură a sculelor din oțeluri rapide, acestea se supun carbonitrurării, cianurării, sau nitrurării.

Principalele *deficiențe care apar în exploatarea matrițelor* sînt fisurile în zona de fund a matriței și crăparea longitudinală sau radială a acesteia. Pentru evitarea concentratorilor de tensiune și a fisurilor, posibile în zona de fund a matriței, varianta constructivă veche, prevăzînd o construcție simplă fretată, a fost înlocuită prin construcția compusă din trei părți — matrița propriu-zisă, inel și pastilă unde fisurile au fost eliminate (fig. 4).

Concluzii

Practica arată că în procesul de proiectarea și execuție a sculelor de extrudare la rece trebuie să se urmărească :

— evitarea zonelor concentratoare de tensiuni prin racordări cu raze cît mai mari ale reducerilor de diametre; unde nu este posibil acest lucru se vor adopta soluții constructive constînd din construirea matriței din două sau chiar mai multe elemente ;

— îndepărtarea zgîrieturilor și a urmelor de prelucrare, prin lustruire;

— toate razele de racordare ale poansoanelor și matrițelor se vor lustrui înainte și după tratamentul termic ;

— calitatea pieselor realizate cu aceste scule ca și durata lor de viață depind de acuratețea cu care au fost executate, în special, de rugozitatea părților active, ca și de pregătirea pieselor pentru extrudare (fosfatare și lubrifiere).

CZ : 621.771.4 : 621.73

Considerații tehnice privind aplicarea procedeului de deformare a metalelor prin forjare orbitală

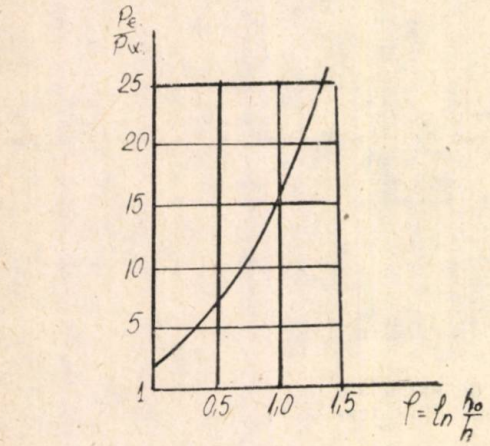
Ing. Alexandru **BÂRZESCU** – Întreprinderea „Electroprecizia" Săcele

Forjarea orbitală este o metodă neconvențională de deformare plastică a metalelor, având ca particularitate faptul că, prin aplicarea presiunii de deformare într-un mod favorabil, se obține o reducere considerabilă a acesteia, în condițiile realizării aceluiași grad de deformare.

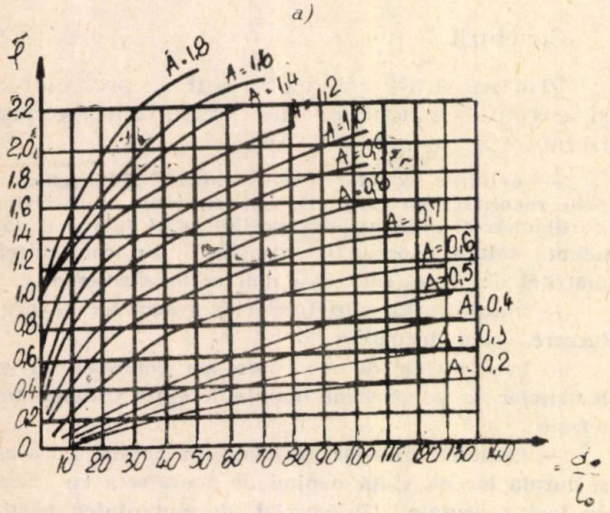
Relația care dă valoarea forței de deformare este [2], (fig. 1) :

$$A = \frac{P_w}{K_{fm}}, \text{ unde :}$$

P_w — forța necesară deformării ;
F — secțiunea inițială;
K_{fm} — efortul specific mediu de deformare.



a)



b)

Fig. 1

Economia de forță realizată rezultă prin compararea între forța necesară pentru obținerea unei piese prin extrudare directă și forța necesară pentru forjarea orbitală a aceleiași piese (fig. 2, a și b). Expresiile pentru determinarea forțelor necesare sînt :

a) pentru forjare orbitală

$$P_w = AF_2K_{fm} \tag{1}$$

b) pentru extrudare directă

$$P_e = F_1K_{fm}\varphi_g\left(1 + \frac{2\gamma}{3\varphi_g} + \frac{\mu}{\cos\gamma \sin\gamma}\right) + \pi d_1 l K_{fo}, \tag{2}$$

notațiile fiind cele cunoscute din literatură [2].

Raportul forțelor de deformare este :

$$\frac{P_e}{P_w} = \frac{F_1K_{fm}\varphi_g\left(1 + \frac{2\gamma}{3\varphi_g} + \frac{\mu}{\cos\gamma \sin\gamma}\right) + \pi d_1 l K_{fo}\mu}{AF_2K_{fm}} \tag{3}$$

Dacă relația (3) este acceptată în ideea aplicării ei practice, se pot face următoarele aproximări, fără a altera prea mult ordinul de mărime al raportului :

$$\left(1 + \frac{2\gamma}{3\varphi_g} + \frac{\mu}{\cos\gamma \sin\gamma}\right) \simeq A$$

iar : $\frac{1}{A} \cdot \frac{d_1}{d_2^2} l \frac{K_{fo}}{K_{fm}} \mu \simeq 1 \pm 0{,}5$

În acest caz: $\frac{P_e}{P_w} = \frac{d_1^2}{d_2^2} l_g$

Cum din motive tehnologice $\frac{d_1}{d_2} = 1{,}5—2{,}2$ rezultă:

$$\frac{P_e}{P_w} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 l_g = 3 \div 20,$$

se poate observa că variația raportului $\frac{P_e}{P_w}$ este aceea a funcției $y = x^2 \ln x^2 + a$, fiind în felul acesta apropiată de alura curbei dată de furnizorul utilajului în prospectele sale [1].

În general, trebuie acordată atenție modului de manipulare a elementelor de calcul privind costurile de producție, întrucît atunci cînd acestea se urmăresc în cadrul produsului, nu trebuie neglijate regiile de fabricație, pe motivul că ele ar rămîne invariabile. Acest lucru, privit sub unghiul arătat anterior, poate aduce modificări importante ale punctului de vedere referitor la opțiunea pentru unul, sau celălalt procedeu.

În acest articol, se fac unele considerații privind aspectul economic al aplicării forjării orbitale, prezentînd cîteva repere din fabricația Intreprinderii „Electroprecizia" Săcele. S-au folosit următoarele notații :

m = consum material în [t/100 buc. piese];

c = consum manoperă în [ore/1000 buc. piese] ;

e = consumuri energetice în [MWh/1000 buc. piese] ;

E_1 = economia realizată prin metoda convențională față de așchiere exprimată valoric în [mii lei/1000 buc.];

E_2 = idem, pentru soluția neconvențională (F.O.) în [mii lei/1000 buc].

În figura 3 sînt date două repere similare ca geometrie și anume flanșele pentru strîns piatra la polizoarele monofazate ∅150 și ∅200. În tabelul inclus sînt sintetizate datele rezultate din calculele tehnico-economice pentru 3 procedee și anume :

— obținerea configurației piesei prin așchiere (așa cum se practică în prezent) ;

— idem, prin deformare plastică la rece (extruziune) urmată de finisarea prin așchiere ;

— idem prin forjare orbitală finisată prin așchiere.

Comparînd cele trei procedee tragem următoarele **concluzii** :

— reducerea relativă a materialului brut este considerabilă (între 60—70%), la variantele prin deformare plastică ;

— reducerea de manoperă este și aceasta apreciabilă, fiind mai mare în cazul forjării orbitale ;

— consumurile energetice cresc apreciabil, în special în cazul procedeului de extruziune.

Per total, bilanțul costurilor de producție arată economii în ambele procedee de deformare plastică la rece. Ponderea economiilor este sensibil egală la ambele procedee. Deși sub acest aspect calculul arată echivalența celor două procedee (extruziune și forjare orbitală), vom opta pentru forjarea orbitală deoarece:

— configurația pieselor se pretează pentru deformarea prin forjare orbitală :

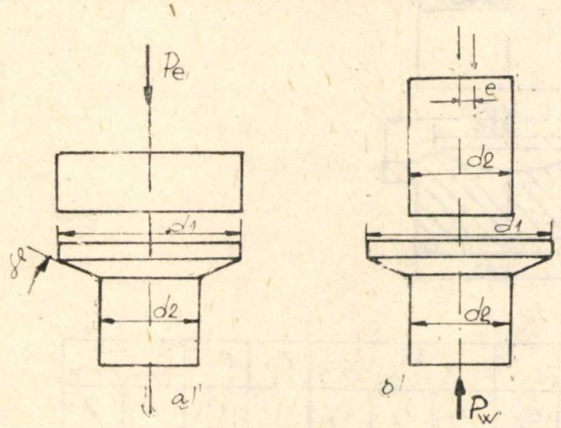
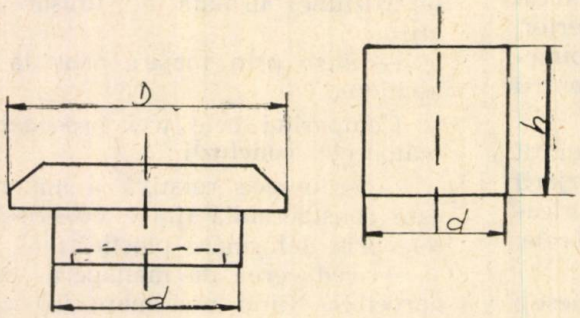


Fig. 2

— consumurile energetice sînt importante (duble) în cazul extruziunii.

În figura 4 este analizată bucșa cuplaj de mers liber care echipează cuplajul demaroarelor cu indus deplasabil. Se compară și aici



m = consum materiale [t/1000 buc.];

C = consum manoperă [h/1000 buc.];

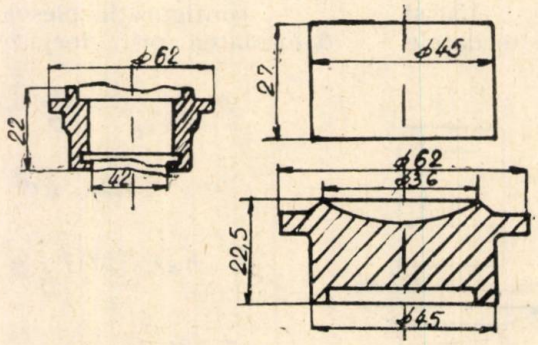
E = consum energie [MWh/1000 buc.];

E_1 = economia soluției convenționale față de așchiere;

E_2 = economia soluției neconvenționale față de așchiere.

Piesa	D mm	d mm	h mm	(1) așchiere			(2) extrudare			(3) F orbitală			E_1	E_2	Pondere economică	
				m_1	C_1	e_1	m_2	C_2	e_2	m_3	C_3	e_3	1-2	1-3	/	/
Flanșă ϕ150 00061113	58	32	27	0,55	48,8	0,585	0,15	10,7	1,12	0,17	6,2	0,56	8,9	8,8	71	70
Flanșă ϕ200 00061326	68	32	43	0,69	64	0,585	0,25	9,9	1,12	0,27	5,4	0,56	8,5	8,44	60	59,5

Fig. 3



Piesa	(1) așchiere			(2) extrudare			(3) F orbitală			E_1	E_2	Pondere economică	
	m_1	C_1	e_1	m_2	C_2	e_2	m_2	C_2	e_2	1 2	1-3	/	/
Bucșa cuplaj mers liber 2130064	0.72	108	0,62	0,32	80	3.6	0,335	60	1,8	5 4	8,7	31	44

Fig. 4

varianta existentă, la care materialul este în totalitate dislocat prin așchiere, cu cele două metode de deformare plastică la rece (extrudarea și forjarea orbitală), cu următoarele **concluzii :**

— reducerile de material semifabricat și de manoperă sînt apreciabile ;

— în cazul forjării orbitale și mai ales al extrudării consumurilor energetice sînt apreciabil mai mari, însă, în ambele situații fiind mult acoperite valoric prin celelalte economii realizate. Din sinteza valorică a costurilor rezultă că ambele metode de deformare plastică la rece sînt economice.

Se optează pentru forjarea orbitală, întrucît :

— costurile de producție sînt mai reduse ;

— consumurile energetice sînt mai reduse decît la extrudare ;

— costurile de întreținere a sculelor sînt mai reduse decît la extrudare.

În figura 5 sînt analizate alte două repere care echipează cuplajul demaroarelor cu comandă pozitivă (bendix). În același mod se compară și aici varianta de bază (obținerea piesei prin așchiere) cu cele două metode de obținere a unei forme cît mai apropiate, prin

deformare plastică la rece, **concluziile** fiind următoarele :

— economiile de material și manoperă sînt apreciabile. În cazul extrudării, dat fiind cavitățile interioare ale piesei, economiile de material sînt mult mai importante (mai ales la piese de valoare mai mare : cca. 40% economie relativă);

— consumurile energetice sînt însă mult mai importante, mai ales în cazul extrudării (de cca 4 ori mai mari decît la varianta de bază). Ele sînt însă larg compensate valoric de celelalte economii. Datorită acestui fapt și sinteza costurilor arată o eficiență economică importantă a acestor procedee, cu o înclinare sensibilă a balanței acestora către procedeul de extrudare.

În această situație este evident faptul că se optează pentru extrudare, deși în acest caz va trebui să ne gîndim la :

— consumurile energetice importante ;

— modul în care vom putea asigura seturi de scule de rezervă (în special poansoane) pentru extrudare, în cantități suficiente.

Figura 6 tratează cazul axului suport, piesă componentă a demarorului cu indus deplasabil. Sînt comparate aceleași procedee tehnologice reeșind următoarele **concluzii :**

— atît reducerile de material cît și cele de manoperă sînt apreciabile, fiind în jur de 40—44% ;

— consumurile energetice prezintă creșteri importante, în general pentru metoda deformării plastice prin extrudare ;

— valoarea costurilor de producție la acest reper indică economii, avînd ponderea de 32,4 în cazul extrudării, respectiv 41,3% în cazul forjării orbitale. În acest caz desigur că opțiunea va fi pentru forjarea orbitală. Din cazurile exemplificate mai sus reies următoarele **concluzii :**

a) Pentru piese cu geometrie adecvată (tip flanșă) este indicată forjarea orbitală avînd eficiență economică superioară, întrucît :

— consumurile energetice sînt mult mai reduse, decît în cazul extrudării, datorită faptului că se reduc recoacerile de recristalizare care apar în cadrul extrudărilor, unde reprizele sînt aproape întotdeauna necesare ;

— sculele sînt mai ușor de executat, sînt mai ieftine și se întrețin mai ușor ;

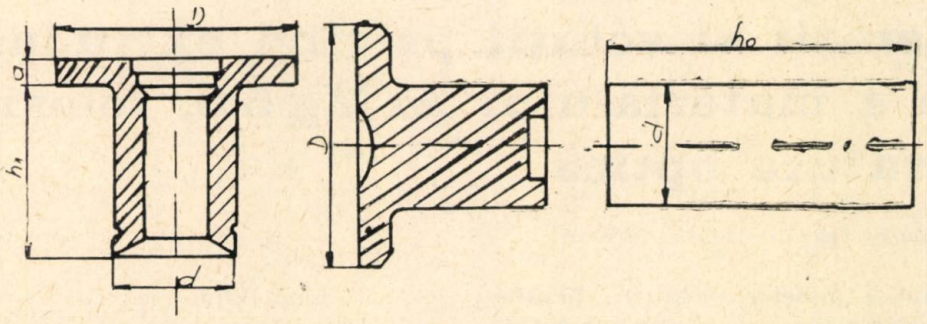
— forțele necesare sînt cu mult mai mici decît în cazul extrudării, fapt care are și în acest mod implicații în sensul reducerii consumurilor energetice.

b) Pentru piesele cu geometrie (atît exterioară cît și interioară) complicată, cavități interioare importante (pereți subțiri) este necesar ca înainte de stabilirea opțiunii în favoarea extrudării să se efectueze calculele necesare, pe baza cărora se va aprecia dacă :

— consumurile energetice nu sînt exagerate;

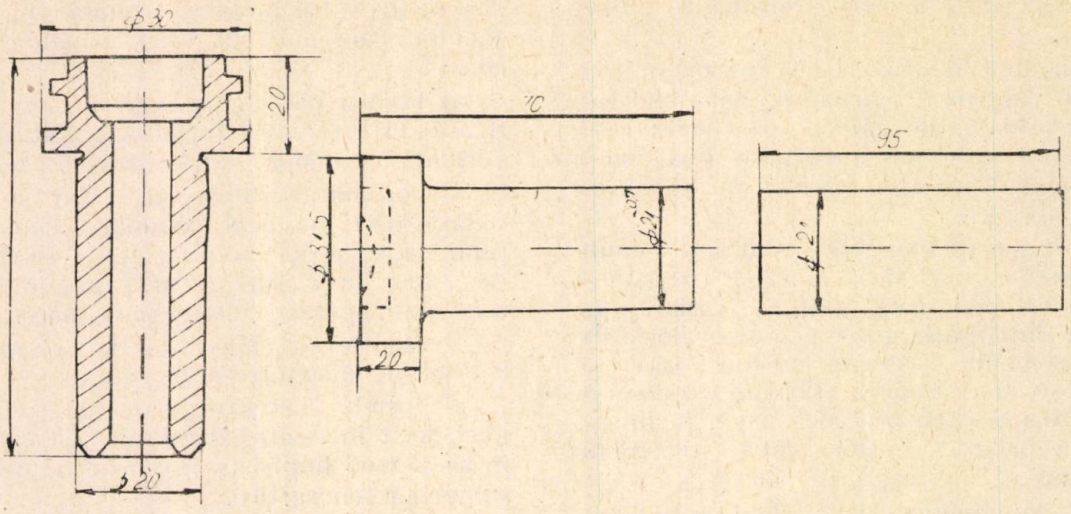
— cheltuielile făcute cu sculele și întreținerea acestora nu produc dificultăți care să perturbe în mod grav desfășurarea producției, avîndu-se în vedere diferitele aspecte pe care le îmbracă elaborarea și livrarea oțelurilor aliate de scule.

Numai după o asemenea analiză amănunțită se poate opta pentru una sau alta dintre metode. Este necesar să se estimeze și ponderea în volum, greutate și costuri pe care partea cavă o deține în totalul material și costuri de prelucrare, pentru a se putea decide dacă nu este mai bine să se opteze pentru forjarea orbitală, date fiind avantajele tehnico-organizatorice și economice oferite de această tehnologie.



Piesa	(1) Aschiere			(2) Extrudare			(3) Forjare orbitală			E_1 1-2	E_2 1-3	Ponderea economică	
	m_1	c_1	e_1	m_2	c_2	e_2	m_3	c_3	e_3	1-2	1-3	%	%
4 x Suport 240039	0,36	35	0,95	0,248	60	4,8	0,26	52	1,5	4,0	5,1	32,4	41,3

Fig. 5



Piesa	D	d	h_0	(1) aschiere m_1	c_1	e_1	(2) extrudare m_2	c_2	e_2	(3) F. orbitală m_3	c_3	e_3	E_1	E_2	Ponderi economii %	%
Bucșă de antrenare 2140157	50	26	58	0,95	110	0,9	0,21	54	4,2	0,37	40	1,5	15,4	13,5	68	59,7
Bucșă de antrenare 2140	40	22	52	0,57	105	0,86	0,13	60	4,3	0,21	45	1,6	11,9	11,7	67	66

Fig. 6

BIBLIOGRAFIE

[1] *Maicki, J. R.*: ORBITAL FORGING în „Metallurgia and metal forming, june, 1977 — p. 266—269.

[2] x x x: Deformarea plastică la rece pe presa PXW100 cu matriță oscilantă, Wladyrlaw Nagel „Plasamet/" Varșovia.

[3] *Georgescu, Aurelia*: Parametrii de proces specifici deformării plastice la rece pe presa cu matriță oscilantă (forjare orbitală). Construcția de mașini sept. 1981 p. 427—431.

[4] x x x: Studiu simbol 3007. Tehnologii noi de deformare, forjarea orbitală, ICSITPSCM București 1982.

CZ : 621.771.4

Considerații și soluții privind extrudarea la rece a materialului Al Mg 5 S, folosit în aparatura optică

Subing. Constantin **POTINTEU** — I.O.R. București

Particularitățile pieselor metalice folosite în industria constructoare de aparatură optică

Piesele metalice folosite în industria constructoare de aparatură optică trebuie să întrunească o serie de condiții cerute de specificul aparaturii optico-mecanice și anume :

— greutate și volum mic, datorită gabaritelor și greutăților reduse, impuse în cazul aparatelor portabile ;

— complexitate ridicată cerută de necesitatea ca același reper să îndeplinească funcțiuni multiple ;

— pereți subțiri, cu rezistență ridicată la deformare în limita eforturilor specifice aparaturii optice-mecanice ;

— precizie ridicată (la scară micronică) cerută de necesitatea asigurării centrajului pieselor optice, sensibilitatea ridicată, inerție mică ;

— stabilitate dimensională în timp ;
— posibilitatea acoperirilor de protecție (decorativă și rezistență) în straturi subțiri etc.

Toate aceste particularități impun producătorilor de aparate optice folosirea unor materiale specifice, de regulă energo-intensive (cazul aluminiului și aliajelor sale), sau a materialelor deficitare cum sînt alama și metalele prețioase. Acestea creează o serie de dezavantaje legate de : aprovizionare, depozitare, pregătirea tehnologică, prelucrarea, asamblarea, controlul și transportul produsului.

Particularitățile enumerate, rezultînd și din figura 1 — unde sînt prezentate cîteva piese folosite în producția de obiective foto — trebuie avute în vedere la alegerea tehnologiei de obținere a semifabricatelor pentru piesele folosite în industria optică.

Fig. 1 Exemple de piese folosite în producția de obiective foto.

Experiența I.O.R. privind extrudarea aliajului Al Mg 5 S

Utilizarea procedeului tehnologic de extrudare la rece în I.O.R. a apărut ca o consecință a necesității reducerii consumurilor specifice de materiale și, respectiv, a creșterii gradului de utilizare a materialelor, precum și în strînsă legătură cu unele din particularitățile prezentate mai înainte.

Avîndu-se în vedere costurile relativ ridicate ale dotării cu utilaje și scule, la aplicarea tehnologiei de extrudare s-a început cu piesele de serie mare, respectiv cu producția care întrunea aceste calități și folosea cu precădere materialul Al Mg 5 S obiectivele foto.

Materialul Al Mg 5 S este utilizat în industria optică datorită bunelor sale calități de prelucrare și eloxare. Acest material este recomandat acolo unde se cer prelucrate filete cu pas mic (0,5 . . . 0,75 mm) la diametre mari, cu precizie ridicată, acolo unde e nevoie de suprafețe acoperite în straturi subțiri rezistente (în cazul de față, eloxarea), cît și pentru obținerea unei rugozități de ordinul 0,8 . . . 1,6 μm.

Ținînd seama de compoziția sa chimică (5,0 . . . 5,8% Mg ; 0,2 . . . 0,6% Mn ; 0,1 . . . 0,3% Ti ; 0,4% Si ; 0,05% Cu ; 0,4% Fe ; 0,2% Zn ; restul Al) și de proprietățile mecanice (prezentate în tabelul 1), înlocuirea Al Mg 5 S cu alte aliaje de aluminiu, în scopul aplicării altor procedee tehnologice de prelucrare, nu a fost posibilă.

La prelucrarea acestui aliaj prin extrudare la rece, s-au întîmpinat anumite greutăți datorită gradului său redus de deformare și a tendinței de creștere a durității în timpul deformării.

Caracteristicile mecanice ale aliajului Al Mg 5 S pentru diverse forme de livrare

Tabelul 1

Aliajul	Starea de livrare	Rezistența la rupere (minim) [daN/mm²]	Alungirea [%]	Duritatea [HB], informativ
Al Mg 5 S	m	24	15	55
Al Mg 5 S	1/2 t	26	4	80
Al Mg 5 S	t	32	3	90

unde : m – moale ; t – tare.

Semnificative pentru aceasta sînt graficele curbelor de ecruisare, pentru două materiale diferite Al 99,99 și A Mg 5 [1] (apropiat ca tip de materialul Al Mg. 5 S, cu compoziția chimică : 4,83% Mg ; 0,04% Mn ; 0,036% Cu ; 0,15% Si ; 0,22% Fe ; 0,14% Cr ; restul Al), prezentate în figura 2 și figura 3.

Se observă că pentru aceeași viteză de deformare ($\dot{\varepsilon}$), *) în cazul aliajului A Mg 5, creșterea rezistenței specifice de deformare (σ) este de aproape 6 ori mai mare față de aluminiul cu puritatea 99,99%.

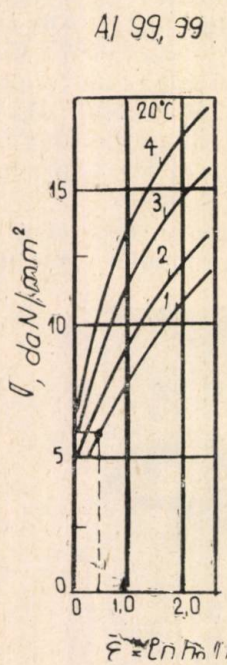


Fig. 2 Graficul curbelor (1, 2, 3 și 4) de ecruisare a aluminiului Al 99, 99; corespund vitezelor de deformare: 0,4; 9; 101 și 203 S^{-1}

Particularitățile semifabricatelor extrudate

Tipul de producție (aparatură foto) la care s-a aplicat procedeul de obținere a semifabricatelor prin extrudare prezintă, pe lîngă particularitățile anterior menționate, și o caracteristică specifică: raportul dintre înălțimea și diametrul pieselor (H/D) foarte mic mergînd pînă la 0,1 sau chiar mai mic. Această caracteristică, determinată de creșterea compactității ridicate a obiectivelor, are o influență nefavorabilă asupra indicelui de utilizare a materialului în sensul scăderii acestuia.

Astfel, uneori, numai simpla debitare pe strung a unei bare cu raportul $H/D=0{,}1$ face să scadă indicele de utilizare a materialului cu circa 30%, sau chiar mai mult. Situația prezentată arată că prin aplicarea extrudării la rece, ca metodă de obținere a semifabricatelor pentru acest tip de piese, trebuie ca încă de la faza de debitare să se țină seama de evitarea pierderilor de material. În acest scop, s-a aplicat debitarea prin forfecare semideschisă a materialului, ca fază inițială ce determină în bună măsură economicitatea procedeului. Raporturile H/D folosite la forfecare au fost de 0,4 ... 0,7, iar pierderile de material cu capetele de bară sub 0,1%. Precizia acestui tip de debitare a fost menținută în limita ± 1 g.

Datorită rapoartelor H/D diferite, între faza finală și cea inițială, s-a impus ca înainte de operația de extrudare propriu-zisă, semifabricatele obținute prin forfecare din bară să fie supuse la două refulări (una liberă și una închisă), care să micșoreze cît mai mult această diferență.

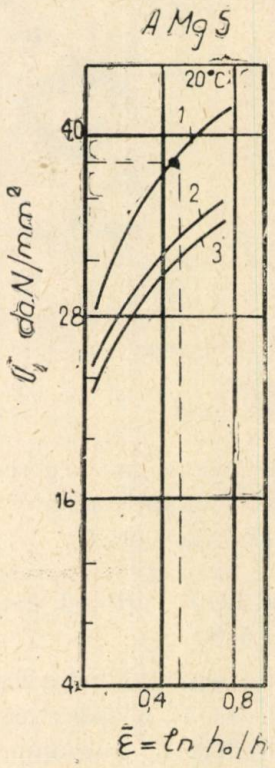


Fig. 3 Graficul curbelor (1, 2, 3) de ecutisare a aliajului de tip A Mg 5; corespund vitezelor de deformare 0,25; 4; 62 S^{-1}

Aplicarea a două refulări în loc de una singură a fost necesară datorită gradului de deformare scăzut pentru acest tip de material ($\bar{\varepsilon}=0{,}4 \ldots 0{,}5$), unde: $\bar{\varepsilon}=\ln\frac{h_0}{h}$.

Deformabilitatea mai scăzută a materialului Al Mg 5 S a impus, uneori, soluții tehnologice diferite de cele aplicate pentru materialele ușor deformabile (Al 99,5), ca exemplu tehnologia de extrudare a reperului „corp interior file-

*) Viteza de deformare ($\dot{\varepsilon}$) măsurată în [s^{-1}], care poate fi denumită și cadență de deformare, este prezentată în lucrarea [1] cu formula $\dot{\varepsilon}=\frac{v}{h_0}e^{\bar{\varepsilon}}$, [$s^{-1}$] unde: v — viteza de deplasare a sculei (berbecului); h_0 — înălțimea inițială a semifabricatului și $\bar{\varepsilon}$ — deformarea reală (logaritmică) $\bar{\varepsilon}=\ln\frac{h_0}{h}$; rezultă $\dot{\varepsilon}=\frac{v}{h}$ [s^{-1}].

tat", prezentată în figura 4. În acest scop s-a recurs la înlocuirea extrudării mixte cu o extrudare inversă din două faze, datorită apariției

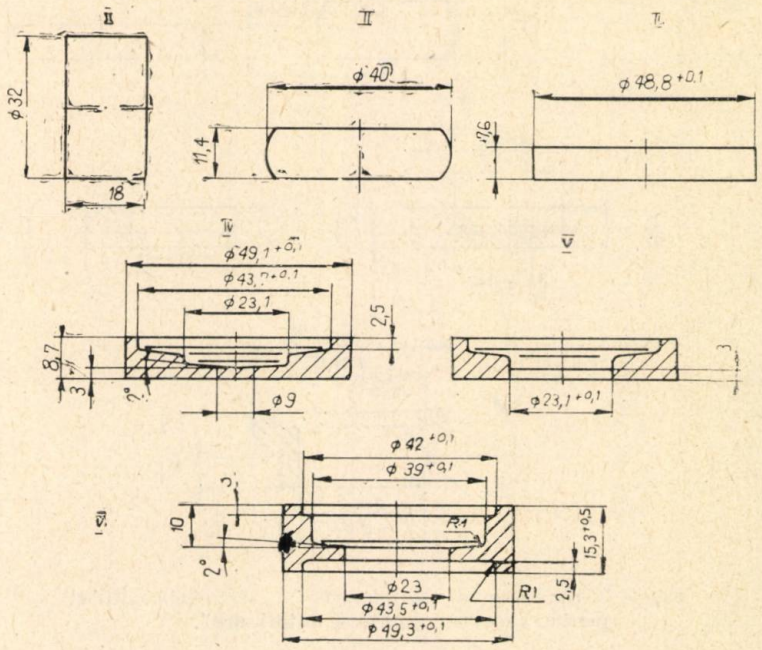


Fig. 4 Tehnologia de extrudare a semifabricatului pentru reperul „corp interior filetat".

unei fisuri în zona de separație a direcției de deplasare a cristalelor, după cum se arată în figura 5.

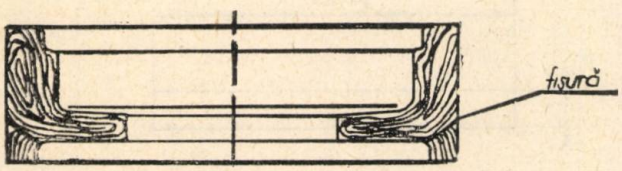


Fig. 5 Apariția zonelor de fisură la un reper din Al Mg 5 S.

Refacerea structurii prin recoacere de recristalizare, după prima extrudare inversă, a făcut ca, la a doua extrudare, zonele de separație să dispară datorită deplasării cristalelor într-o singură direcție.

Nu în toate cazurile, însă, pentru o extrudare mixtă, a fost nevoie de două operații de extrudare, alunecarea cristalelor producîndu-se după curbe fără zone de frînare a materialului.

În această categorie intră piesele „montură anterioară" și „adaptor" a căror tehnologie este prezentată în figurile 6 și 7.

În toate cazurile, la alegerea profilului semifabricatelor extrudate, s-a ținut seama ca formele acestora să fie favorabile curgerii plastice a materialului, în acest scop prevăzîndu-se raze și unghiuri de curgere în zonele cu salturi de diametre. Evident că, în fiecare caz în parte, trebuia ținut seama de forma piesei finale, făcîndu-se un compromis între forma tehnologică, care oferea maximum de avantaje din punct de vedere al curgerii materialului și forma cea mai avantajoasă din punct de vedere al economiei de material.

Așadar, pentru fiecare reper, tehnologul va adopta forma optimă, avînd în vedere : gradul de deformare a materialului, zonele unde se produce frînarea curgerii materialului, solicitarea sculelor de extrudare, prelucrările ulterioare operației de extrudare și specificul mașinilor pe care se vor executa operațiile finale. În acest sens, se poate menționa că, la reperele prelucrate pe mașinile automate, suprafețele de orientare și fixare pot fi diferite față de cele necesare orientării și fixării pe mașinile semiautomate și universale. Toți acești factori concură la obținerea unui preț de cost cît mai scăzut al reperelor ce au ca punct de plecare semifabricatele obținute prin tehnologia de extrudare la rece.

Soluții de proiectare a sculelor pentru extrudare

Pentru extrudarea materialului Al Mg 5 S, s-au adoptat, ținînd seama de forma pieselor, următoarele materiale pentru scule :

.— matrițele confecționate din Rp 5 (STAS 7382-80) sau C 120 (STAS 3611-80) — dintr-o bucată sau, cu pastile schimbabile — au fost armate cu inele de fretare din VCW 85 (STAS 3611-80) ;

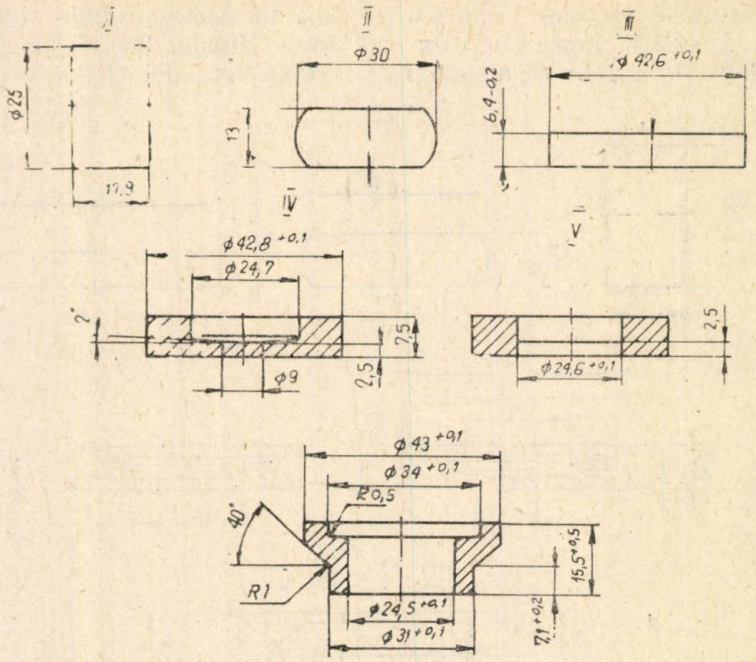


Fig. 6 Tehnologia de extrudare a semifabricatului pentru reperul „montură anterioară".

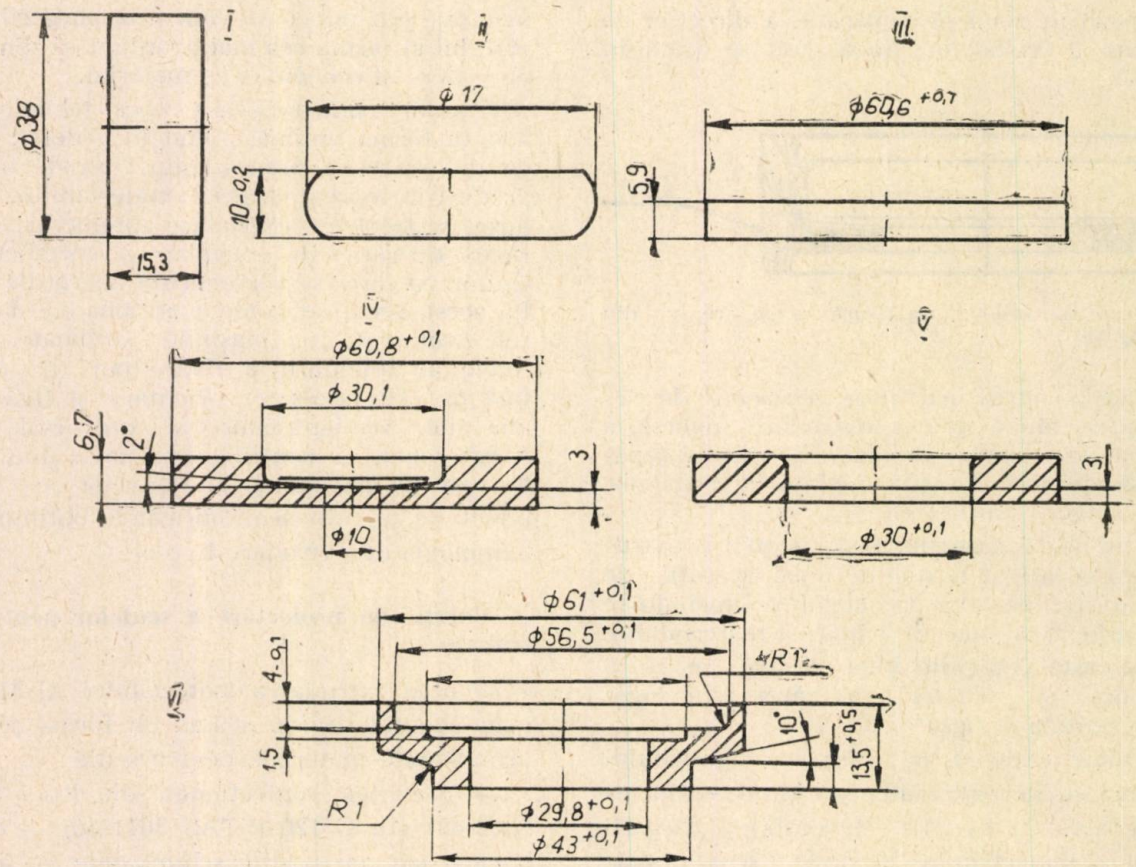


Fig. 7 Tehnologia de extrudare a semifabricatului pentru reperul „adaptor".

Evoluția indicelui de utilizare a materialului prin aplicarea procedeului de extrudare la rece

Tabelul 2

Nr. crt.	DENUMIRE REPER	Material: Forma de livrare		[kg]		Indice de utilizare [%]	
		inițial (țeavă ; bară) Ø × ρperete	actual (bară) Ø	inițial	actual	inițial	actual
1.	Montură anterioară	45×12,5	25	0,064	0,025	10,93	28
2.	Inel diafragmă	66×12,5	38	0,087	0,045	11,49	22,22
3.	Adaptor	61×16,5	38	0,110	0,046	17,27	41,3
4.	Inel frontal	55×10	30	0,054	0,026	14,81	30,76
5.	Inel distanțe	63×8	35	0,063	0,040	17,46	27,5
6.	Inel frontal	58×9	32	0,065	0,030	17,54	33,33
7.	Montură anterioară	45×12,5	30	0,055	0,028	18,18	35,71
8.	Corp interior	50	32	0,097	0,040	16,49	40

— poansoanele au fost executate din Rp 5 sau VCW 85 (dintr-o bucată sau miezuri schimbabile) ;

— aruncătoarele au fost executate din Rp 5 sau C 120.

Lipsa unor materiale, care să ofere, pe lîngă o bună comportare la șoc, și rezistență satisfăcătoare la uzură, a făcut ca — uneori — să se aplice o soluție de compromis, apelîndu-se la materiale înlocuitoare (cum ar fi oțelul VCW 85), care prezintă o tenacitate bună dar are o rezistență mai scăzută la uzură. La piesele cu diferențe mari de diametre, s-a adoptat soluția executării matriței și a poansoanelor din două bucăți, caracteristică fiind, în acest sens, matrița pentru reperul „adaptor" prezentată în figura 8 compusă din : aruncător (**1**) ; inel matriță (**2**) ; pastilă matriță (**3**); inel de fretare (**4**) ; miez poanson (**5**) ; bucșă poanson (**6**).

Pentru îmbunătățirea calității și durabilității sculelor de extrudare, este imperios necesară intensificarea preocupărilor privind elaborarea unor noi tipuri de oțeluri aliate care să satisfacă cerințele impuse procedeului și în primul rînd : comportare foarte bună la șoc, la oboseală și o rezistență superioară la uzură. De asemenea, se impune realizarea acestor oțeluri aliate în condiții de omogenitate ridicată, fără fisuri atît în miez cît și la suprafață.

Aspecte economice ale aplicării procedeului de extrudare în I.O.R.

Datorită coeficientului scăzut de utilizare a materialului la prelucrarea prin așchiere, în industria de aparatură foto, aplicarea procedeului de extrudare se impune întrucît conduce, în cazul multor repere, la dublarea acestui indice sau chiar mai mult. În acest sens, se prezintă evoluția indicelui de utilizare a materialului **) pentru opt repere din producția I.O.R. (tab. 2). În tabel prin varianta „inițială"

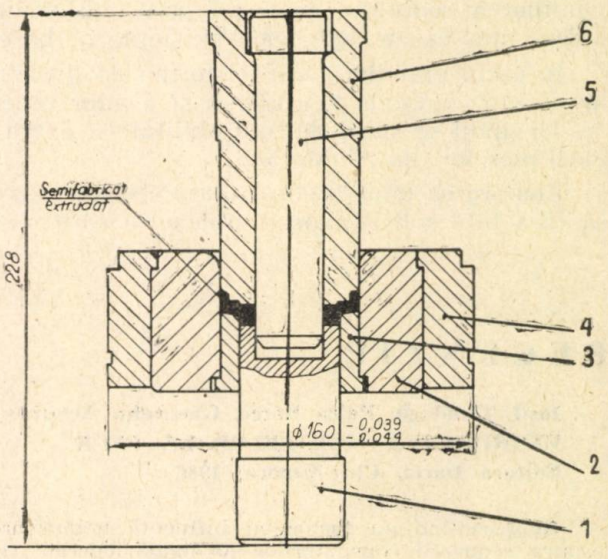


Fig 8 Matriță pastilată pentru execuția operației finale de extrudare a reperului „adaptor".

se înțelege prelucrarea pe strunguri automate a semifabricatelor din bară sau din țeavă, iar prin varianta „actuală"--obținerea semifabricatelor prin extrudarea la rece.

Un alt aspect care trebuie avut în vedere (privind oportunitatea procedeului de extrudare) este legat de seria de fabricație a reperelor, pentru a amortiza costul relativ ridicat al pregătirii de fabricație. Pentru materialul Al Mg 5 S, se poate considera rentabilă aplica-

**) La acest tip de piese metalice (pentru producția de obiective foto) indicele mediu de utilizarea materialului este, în general, pe plan mondial de 22 ... 28%.

rea procedeului la o serie de fabricație de 150.000 buc./an, a unor repere cu greutate inițială de 50 g, la care indicele de utilizare a materialului se dublează.

La reperele mai simple, a căror tehnologie presupune mai multe faze de extrudare, seria de fabricație pentru care procedeul devine rentabil poate să scadă, dar nu mai puțin de 10.000 buc/an, cu condiția ca execuția pieselor să se facă în unul sau maximum două loturi.

Pentru o evaluare corectă a avantajelor sau dezavantajelor economice ale extrudării, trebuie ca la fiecare reper în parte să se facă un calcul de optimizare ținînd seama de economiile materiale obținute față de costurile de fabricație.

O problemă de viitor, pentru mărirea eficienței economice, constă în reducerea numărului de faze la operația de extrudare. Aceasta s-ar putea face prin colaborarea cu furnizorul materialului (Al Mg 5 S) privind schimbarea formei de livrare a acestuia din bare în pastile, ceea ce ar determina, de exemplu, în cazul tipurilor de tehnologii prezentate anterior, eliminarea a două faze de recoacere intermediare. Această situație poate conduce la scurtarea ciclului de fabricație și obținerea unor importante economii de energie, precum și la eliminarea rebutului material care mai poate apărea din cauza defectelor existente în bare.

În cazul extinderii acestei forme de livrare, ar deveni rentabilă extrudarea și a altor repere, lărgindu-se sfera de aplicabilitate a extrudării pieselor din Al. Mg 5 S.

Elaborarea unor oțeluri aliate speciale, care să facă față solicitărilor complexe la care sînt supuse sculele în timpul extrudării, cît și găsirea unor noi substanțe cu proprietăți superioare de lubrifiere a pieselor în timpul extrudării reprezintă, de asemenea, elemente ce vor contribui la extinderea și rentabilizarea extrudării pieselor pentru industria optică.

În cazul unor serii de fabricație mari, o altă problemă ce trebuie rezolvată este și aceea a mecanizării și automatizării operațiilor de extrudare propriu-zisă, cît și a operațiilor intermediare.

Mișcările simple ce intervin în cazul operațiilor de alimentare a preselor de extrudare, permit conceperea, în mod centralizat, la nivelul economiei naționale, de manipulatoare reprogramabile care să preia sarcinile operatorilor umani și care, prin caracterul lor modular, să se adapteze diverselor tipuri de prese existente în țară.

O altă direcție ar fi aceea a mecanizării și automatizării alimentării cu semifabricate obținute prin extrudare respectiv a strungurilor automate, care în varianta inițială, prelucrau piese din bară sau din țeavă, în felul acesta se obțin sporuri substanțiale în ceea ce privește productivitatea muncii.

Toate aceste măsuri preconizate vor face ca tehnologia extrudării la rece să fie adoptată de cît mai multe întreprinderi, datorită realelor sale avantaje tehnico-economice.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Poloukhine, P.*: Résistence des métaux et des alliages à la déformation plastique. Editions Mir; 1980, Moscou, pag. 291 și pag. 306.

RECENZIE

Iosif Tăpălagă, Petre Berce, Gheorghe Achimaș: EXTRUDAREA METALELOR LA RECE
Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1986

Reprezentînd un factor cu influență hotărîtoare asupra reducerii consumurilor de metal, energie și manoperă, extrudarea împreună cu forjarea oscilantă matrițarea de precizie și alte procedee de prelucrarea metalelor prin presare, se înscriu printre tehnologiile cărora li se acordă o deosebită atenție în toate țările industriale. În acest sens lucrările celui de al treilea Simpozion Internațional consacrat tehnologiilor de deformare plastică a metalelor, ținut în 1985 în R.P.U., furnizează date concludente evidențiind ritmuri medii anuale de creștere a producției pieselor mecanice obținute, în ultimii ani în S.U.A., Japonia, C.S.R., Canada, R.F.G. ș.a., prin aceste tehnologii, cu mult superioare față de cele înregistrate la piesele fabricate prin procedeele clasice *) (X).

Prin programele de modernizare a proceselor de producție, de introducere a progresului tehnic și de organizare științifică a muncii stabilite și aprobate pentru fiecare minister, centrală industrială și întreprindere, se prevede ca unitățile industriale de profil să fie dotate cu ateliere de extrudare și forjare oscilantă sau să-și extindă capacitățile deja existente, întrucît numai prin aplicarea procedeelor de vîrf se pot realiza indicatorii prevăzuți de creșterea productivității muncii, reducerea consumurilor materiale și îmbunătățirea calității producției.

Prin prisma celor prezentate apariția unei lucrări referitoare la extrudarea metalelor, rod al străduinței unui valoros colectiv de cercetători — cadre didactice de la catedra T.C.M. a Institutului Politehnic din Cluj-Napoca, reprezintă un fapt tehnico-științific interesînd cercuri largi de specialiști tehnologi, proiectanți și organizatori ai producției din unitățile industriale, institute de cercetare științifică, inginerie tehnologică și proiectare, precum și factori din învățămîntul tehnic superior, care găsesc în carte răspunsuri la parte din problemele cu care sînt confruntați în acest domeniu, în perioada actuală.

*) Komarov, A.D. Tretii seminar po plasticescomu deformirovaniu metalov. In : Kuznecino — štampovocinoe proizvodstvo Nr. 2/1986.

Lucrarea este structurată în 8 capitole al căror conținut vădește intenția autorilor de a trata întreaga gamă de aspecte întîlnite în conceperea, executarea și exploatarea capacităților de extrudare la rece, cu elemente din teoria deformabilității, elasticității și plasticității metalelor, continuînd cu metode și date referitoare la proiectarea procesului tehnologic de extrudare cu părțile sale constitutive — materiale extrudabile, debitarea, tratamentul termic, pregătirea suprafeței, alegerea metodei de extrudare, calculul forțelor și presiunii de extrudare, construcția preselor de debitare și extrudare, proiectarea și executarea matrițelor de extrudare — și încheind cu recomandări referitoare la uzura matrițelor și recondiționarea acestora, organizarea locului de muncă și măsuri de tehnica securității etc.

Subliniind actualitatea și oportunitatea cărții, nivelul teoretic ridicat al unora din capitale și caracterul direct aplicativ al altora, se prezintă totodată și următoarele deziderate privind completarea acesteia cu ocazia unei ediții viitoare sau a unei eventuale publicări de noi lucrări, în domeniul abordat:

a. Reflectarea într-o mai mare măsură a cercetărilor teoretice și experienței întreprinderilor din țară dotate cu ateliere de extrudare și forjare oscilantă, printre care I.A. Brașov, I.M. Fină Sinaia, I. Sinterom Cluj-Napoca, I. Mecanică de șuruburi Brașov, I. Electroprecizia Săcele Brașov, I. Tractorul Brașov, I.P.R.S. Băneasa — București ș.a.m.d. Colectarea, studierea și generalizarea datelor acumulate la aceste întreprinderi, completate cu cele obținute în laboratoarele institutelor de cercetări și din învățămîntul superior, este de natură a lărgi și fundamenta corespunzător baza de sprijin a metodelor și procedeelor recomandate pentru a fi aplicate în practica curentă din întreprinderile noastre, ținîndu-se seama de piesele necesare, oțelurile extrudabile existente, substanțele folosite, utilajele din dotare etc.

b. Tratarea corespunzătoare a aspectelor economice și tehnice privind diferitele procedee de lucru concurente ce pot fi aplicate în funcție de tipologia constructiv-tehnologică a pieselor prelucrate, cu concluzii referitoare la criteriile de alegere a procedeului rațional și recomandări asupra domeniilor și limitelor de aplicabilitate ale fiecărui procedeu.

În sensul celor prezentate se poate menționa spre exemplu, faptul că uneori consumul de energie în cazul extrudării este mai mare decît cel înregistrat la prelucrarea prin așchiere sau forjare oscilantă.

c. Prezentarea exhaustivă a metodelor de extrudare și forjare oscilantă la rece, cald și semicald, cu concluzii asupra procedeului rațional în funcție de criteriile de alegere recomandate, între care configurația, masa și materialul piesei se înscriu printre factorii de bază.

d. Examinarea și prezentarea pe larg a concepției privind dezvoltarea capacităților de extrudare și forjare oscilantă — centralizat (ca în cazul Intreprinrii „Conect" București) sau în cazul fiecărei întreprinderi — problemă de o actualitate evidentă, ținîndu-se seama de tendința existentă în prezent la multe întreprinderi de a-și crea, — în cadrul măsurilor de modernizare a proceselor de producție, — capacități de extrudare proprii, acțiune care nu întotdeauna se justifică din punct de vedere economic ș.a.m.d.

Concomitent cu cele sugerate se poate menționa și faptul că în vederea reducerii volumului unor astfel de lucrări, ar fi de dorit să se renunțe la prezentarea anumitor elemente din domeniul teoriei deformabilității, elasticității, plasticității și structurii metalelor care se regăsesc tratate în mod detaliat în alte cărți deja apărute.

Recomandările făcute, rezultate în special ca urmare a concluziilor și discuțiilor Consfătuirii din iulie 1986, de la I. Autocamioane Brașov — făcînd obiectul numărului de față al revistei „Construcția de mașini" — nu diminuează importanța cărții recenzate meritul ce revine autorilor și Editurii „Dacia" din Cluj-Napoca de a o edita fiind cu atît mai valoros cu cît în ultimii 10—15 ani, n-au mai fost tipărite cărți pe această temă.

Dr. ing. Ion Hera-Bucur

SUMAR ANUAL PE PROBLEME

Anul 1986

Autori	Tema	Pag. nr.
	TRIBOLOGIE	
MATIEȘAN, DORINA :	**Aspecte tribologice ale calculului angrenajelor cilindrice cu dinți drepți din fontă cu grafit**	**2/1**
GAFIȚANU, M., DRĂGAN, B. :	**Calculul vibrațiilor forțate amortizate la sisteme de acționare în trepte ale mașinilor-unelte folosind matricele de transfer**	**5/1**
CRUDU, I., ȘTEFĂNESCU, I., DUMITRESCU, T., SCARPETE, D., POPESCU, Dr., CONSTANTIN, GH., FILIP, A., MOLDOVAN, S., GRIGORESCU, FLORENTINA, CFI TUREANU, GH., CIBIANU, RODICA, KLEIN, CAMELIA, JINGA, E. :	**Posibilități de implementare a tratamentului termomagnetice în fabricația de rulmenți din țară, în vederea creșterii fiabilității**	**10.1**
GAFIȚANU, M., OLARU, D. :	**Asupra optimizării unui parametru funcțional la rulmenții radial-axial cu bile, pentru turații ridicate**	**14/1**

GAFIȚANU, M., HOSTIUC, L. :	Rulmenți cu inele subțiri	18/1
DEMIAN, TR., PASCU, A. :	Studiul și calculul unor noi lagăre capilare	21/1
ACHIRILOAIE, I., POPESCU, B., LAZĂR, H. :	Cercetări experimentale privind capacitatea cuplajelor cu fricțiune multidisc	23/1
SAVU, ST., RĂDĂCINĂ, N., GIULESCU, A. :	Noi tipuri de cuplaje și frîne electramagnetice, asimilate în vederea utilizării în construcția de mașini-unelte	27/1
DIACONESCU, E.N., CREȚU, O.S., CIORNEI, I.M., POGHEAN, V. :	Variator cu discuri plane și treaptă planetară de reducere	31/1
STĂNCULESCU, D., GRIGORE, O. :	Traductoare tensiometrice de forță, cuplu și presiune pentru senzorizarea transmisiilor mecanice	33/1
PAVELESCU, D., DUMITRESCU, C. :	Dependența rezistenței la uzarea de abraziune a materialelor metalice de duritate, conținutul de carbon și structură	253/5
FILIP, A. C. :	Servomotor pentru acționarea aparatului director al turbinei hidraulice	257/5
NECULĂIASA, V. :	Contribuții la studiul uzurii materialelor metalice tratate prin vibrorulare	260/5
RAȘEEV, D., TUDOR, I., CONSTANTINESCU, D., JITIANU, A. :	Comportarea la uzare a noi cupluri de materiale pentru lagărele de alunecare ale sapelor de foraj	262/5
CRUDU, I., HEPENCIUC, MIOARA, PALADE, V., ABRUDAN, O., POPESCU, D., RĂZMERIȚĂ, GH., GEORGESCU, A., DAN, I., CHIRIBĂU, V., MARINESCU, D., BĂDĂNOIU, D., NIȚULESCU, M., ILINCA, C. :	Considerații privind utilizarea lemnului stratificat și a textolitului în fabricarea cuzineților lagărelor de laminoare	264/5
SULEA, P., IOANOVICI, FR. :	Utilizarea saboților din fontă modificată cu conținutul ridicat de fosfor la frînarea vehiculelor de cale ferată	268/5
MITRACHE, M. :	Cîteva aspecte tribologice privind modelarea dinamică autovehiculului „Dacia" 1300	271/5
MANOLIU, V., DINCA, I., PENCEA, I., SĂRBU, C., VASILIU, F. :	Cerectări experimentale privind protecția, prin emailare termorezistentă, a unor elemente de motoare turboreactive	274/5
CREȚU, SP. S., NĂSTASE, D., NESTOR, T. :	Influența tratamentului mecanic de deformare plastică asupra geometriei și macrogeometriei căilor de rulare ale rulmenților radiali cu bile	277/5
CREȚU, S. SP., NĂSTASE, D., NESTOR, T. :	Influența tratamentului mecanic de deformare pastică asupra durabilității rulmenților radiali cu bile	281/5
MATEA, A., MATEA, N., POPINCEANU, N. :	Factori impliciți în studiul durabilității și fiabilității mecanismului de distribuție al motorului 810—99	283/5
ORBAN, M., NĂSTASE, G..	Contribuții la studiul instalațiilor de ungere de joasă presiune, necesare morilor de ciment cu atac frontal	286/5

SUDARE ȘI ÎNCERCĂRI DE MATERIALE

TRUȘCULESCU, M., BUDĂU, V., TRUȘCULESCU, D. :	Materiale pentru sudarea oțelurilor criogenice aliate cu nichel	53/2

POPOVITS, D., SUBU, T. :	Analiza și interpretarea ecuațiilor pentru determinarea concentrației elementelor chimice în placajul realizat sub flux cu electrod bandă	64/2
ALBU, AL. :	Condiții de precizie geometrică la mașnile automate de tăiere termică, prin copiere optică la scara 1 : 1	72/2
JONI, N., ROTH, I. :	Automatizarea flexibilă a unui proces de sudare prin presiune cu ajutorul unui robot industrial	79/2
CIORĂU, P., MÂNDRILĂ, ST., NĂSTASE, E. :	Contribuții practice privind verificarea performanțelor tehnice ale sistemului defectoscop-traductor piezoelectric	82/2
NICOLAU, P., TUDORA, A., GORAN, M., POPA, M., TUDORA, M. :	Palpatori unghiulari miniaturali pentru controlul nedistructiv ultrasonic	85/2
TUDORA, A., TOACSĂN, M.I., POPA, M., BOHAȚIEL, T. :	Metode de determinare a frecvenței de lucru a palpatorilor ultrasonici unghiulari	91/2
VARGA, L., BENCZE, L. :	Structuroscopia îmbinărilor sudate prin metoda curenților turbionari	96/2
BUCUR, T. :	Alegerea parametrilor de lucru cu metoda potențialului electric în curent alternativ	101/2

MOTOARE CU ARDERE INTERNĂ

OPREAN, M. :	Studiul influenței unor factori asupra eficienței sistemului de distribuție cu mișcare balistică a supapei de admisiune	119/3
SOBOCINSKI, R., SEK, A., SONTA, H. :	Emisia de constituienți poluanți în gazele de evacuare în cazul postarderii catalitice în sistemul de evacuare al motorului cu autoaprindere	123/3
APOSTOLESCU, N., DOBRE, C., SILVESTRU, C., NEGURESCU, N., PANĂ, C. :	Cercetări privind funcționarea unui motor diesel supraalimentat, de camion, la alimentarea cu emulsie metanol motorină	128/3
GRÜNWALD, B., APOSTOLESCU, N. :	Despre o condiție restrictivă de amestecare a combustibilului cu aerul, la trecerea unui motor diesel cu cameră unitară „M" de la alimentarea cu motorină la alimentarea parțială sau integrală cu metanol	134/3
APOSTOLESCU, N., GRÜNWALD, B. :	Influența mărimii raportului de comprimare la motorul de autovehicul MAN-D 2156, alimentat cu emulsie motorină-metanol, asupra economiei de motorină, în regimuri de sarcini reduse	138/3
GHIA, V., DINU, N., TRANCĂ, I. :	Combustibili lichizi grei obținuți din țiței pentru motoare diesel. Specificații	142/3
BĂLOIU, S., GRÜNWALD, B., DESPA, N., GLĂJA, N., ADAMEȘTEANU, JANINA, BERCEA, O. :	Studiul performanțelor dinamice realizate de camera de ardere divizată, cu funcționare intermitentă	146/3
BĂLOIU, S., GRÜNWALD, B. :	Particularități privind mișcarea de rotație a fluidului motor la o cameră de ardere divizată cu funcționare intermitentă	152/3
NICOLESCU, V.M. :	Regulator de turație pentru motoare răcite cu aer folosite la antrenarea grupurilor electrogene	158/3
SFINȚEANU, D., APOSTOLESCU, N., GRÜNWALD, B., BOGDAN, L. :	Considerații privind utilizarea hidrogenului drept combustibil, pentru motoarele de autovehicul și stocarea la bordul autovehiculului	162/3
POPA, M.G., PANĂ, C., NEGURESCU, N., APOSTOLESCU, N., DOBRE, C., SILVESTRU, C., PENE, N. :	Apecte experimentale ale alimentării cu metanol a unui motor diesel supraalimentat de autocamion	166/3

LUȚA, L., STÂNCEL, I., COPESKI, C. :	Soluție constructiv-tehnologică pentru cămașa cilindrului ununi motor diesel răcit cu aer	169/3
MITRACHE, M., MITRACHE, A. :	Căi și limite de reducere a consumului de combustibil la autoturisme	171/3
STOICA, N., MIHĂILESCU, Z., POGINGEANU, D., DRAGUTAN, L., TOMESCU, A., PETRESCU, D., STĂNOIU, C. :	Adaptarea unui m.a.s. la funcționarea alternativă pe gaz, sau pe benzină	178/3
BUZESCU, I., GHIA, V. :	Condițiile adaptării motoarelor diesel semirapide la funcționarea pe combustibili intermediari	591/11-12
TEODORESCU, L., JIANU, C., DINCĂ, M. :	Utilizarea echipamentelor de injecție de presiune ridicată la motoarele diesel	597/11-12
APOSTOLESCU, N., GRÜNWALD, B., SFINȚEANU, D., GHEȚE, P., NEGURESCU, N., BOGDAN, L., RADU, B., CHIRIAC, R. :	Cercetări privind utilizarea hidrogenului drept combustibil pentru motoarele diesel pentru autovehicule	600/11-12
OPREAN, M., ALBOTEANU, R. :	Posibilități de reducere a consumului de combustibil la motorul autoturismului DACIA, prin modificări ale sistemului de distribuție	605/11-12
BĂȚAGA, N., IANCU, A., TEPEREAN, I., SFNEȘAN, V. :	Recuperarea energiei gazelor la evacuare în vederea îmbunătățirii performanțelor motorului termic cu piston	609/11-12
THEIL, H., BEJAN, I., NAGI, M. :	Considerații critice privind construcția răcitoarelor de ulei utilizate la motoarele cu combustie internă	612/11-12
CHIRU, A., BOBESCU, GH. :	Forțarea motoarelor cu injecție directă prin îmbunătățirea proceselor de formare a amestecului și arderii	616/11-12
BĂLOIU, S., TOTHEZAN, P., GRÜNWALD, B. :	Studiul comparativ al mișcării fluidului motor la motoarele cu cameră de ardere divizată clasică și la un motor cu cameră originală de ardere	623/11-12
ILIESCU, GHERGHINA, NIȚU, I. :	Program de calcul al vibrațiilor torsionale ale arborilor folosind matricea dinamică complexă și modurile reale de vibrație	627/11-12
LUȚA, L., NANDRA, O., BERCEA,, O., GLĂJA, N., DESPA, N., DUHONI, N. :	Influența caracteristicilor de curgere gazodinamică ale canalizațiilor de admisie și evacuare ale chiulaselor motoarelor diesel cu injecție directă asupra performanțelor acestora	632/11-12
BĂNICĂ, P., NEAGU, C. :	Cercetări în vederea acordării unei pompe de injecție tip DPA la motorul ARO-L 27-D	634/11-12

ECHIPAMENTE ENERGETICE

VOIA, I. :	Contribuția Centrului de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Echipamente Hidroenergetice la dezvoltarea utilajelor energetice, hidromecanice, de tracțiune feroviară și navală	183/4
ANGHEL, A., CORB, I. :	Considerații privind fenomenul de autoînchidere la vanele plane	184/4
BEJAN, I.O., LUPȘIASCA, C., DAVID, S. :	Fenomene apărute în funcționarea unor subansamble ale turbinelor hidraulice datorită suspensiilor dure din apă	190/4
BERWANGER, E. :	Simularea digitală a regimului tranzitoriu general al mașinilor electrice sincrone	195/4

CÂMPIAN, C.V.:	Calculul forțelor și momentelor ce se dezvoltă pe paletele rotoarelor de mașini hidraulice axiale	200/4
CSONTI, M., GEORGESCU, A.:	Soluții constructive moderne pentru mărirea gradului de agregatizare a turbinelor tip Kaplan	205/4
GHEORGHIȚĂ, L., AVRAM, V.:	Cercetarea experimentală „in situ" pe un hidroagregat tip bulb a regimului pompă-motor	208/4
HOTA, I., CSONTI, M., SMOCZER, I.:	Considerații privind fenomene apărute la coloanele statorice ale turbinelor hidraulice de 178 MW, din C.H.E. „Porțile de Fier I"	212/4
MÄRZ, C., SCHWEIGER, G., ALBU, A.:	Mașini hidraulice în concepție constructivă modernă ce urmează a fi amplasate în noua amenajare hidroenergetică Neva-Crăinicel	217/4
ONEA, D.:	Soluții de ansamblu, schema-bloc și funcții de transfer pentru regulatoare de turație	223/4
SZERDAHELYI, E.:	Cercetări privind caracterizarea sistemului de izolație pentru hidrogeneratoare și mașini electrice	231/4
VOIA, I.:	Funcționarea pompelor centrifuge ca turbine	233/4
VOIA, I., MARTON, N.:	Asupra proiectării rotorilor de turbine hidraulice tip Francis	243/4
BRĂTIANU, C.:	Calculul distribuției de temperatură în izolația conductelor termice	556/10
NICOLAU, I.:	Sisteme hidraulice pentru turbine cu abur	565/10
NEAGA, C.:	Analiza bilanțurilor materiale și termice ale gazeificării combustibililor solizi	571/10
LEONĂCHESCU, N.:	Introducerea mașinii cu abur în România	578/10

TEHNOLOGII DE RECONDIȚIONARE ȘI ACOPERIRI PREVENTIVE ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

NIȚESCU, N., MILOȘ, I.:	Terotehnica — o cale de reducere a costurilor de fabricație și de creștere a calității produselor	297/6
POPESCU, ANDREIA, TUDOR, I.:	Unele aspecte tribologice ale straturilor subțiri de nitrură de titan depuse prin placare ionică	301/6
CIOGOLAȘ, I., UNGUREȘAN, I.:	Elaborarea și proprietățile unor materiale pentru metalizare	307/6
TOMESCU, D., CIUNGU, A., MARIN, N.:	Deformarea termică remanentă prin curenți de inducție — un nou procedeu de recondiționare a pieselor uzate	310/6
STĂNCIULESCU, N., BOȚOAGĂ CR., MILOȘ, I.:	Tehnologie de acoperire preventivă și recondiționare a pistoanelor pompelor de extracție a petrolului	313/6
NIȚESCU, I., MILOȘ, I., LUNGU, I., MIHĂILESCU, V.:	Domenii de aplicare a molibdenării segmenților de foc ai motoarelor cu ardere internă și tehnologie realizată pentru segmenții motoarelor OLTCIT	316/6
TOMESCU, D., ȘTIRBEI, I., MARIN, N.:	Recondiționarea roților dințate cilndrice și a axelor canelate tubulare prin deformare plastică la cald	322/6
STĂNCIULESCU, N., MIHĂILESCU, V., LUNGU, I.:	Tehnologie de protecție anticorozivă cu aluminiu, prin metalizare cu arc electric, a platelajului podului de peste Dunăre de la Fetești	325/6
NAGY, A., CSIA, A.:	Recondiționarea bucșelor lagărelor de alunecare de dimensiuni mari	327/6
KLEIN, R., DRAGOMIR, C., HERMAN, C., BUDEA, M., CHIȘ, Gh., ANTOFIE, ST., COHERȚ, N.:	Monitor de control pasiv al procesului de sudare prin frecare	330/6
BERINDE, V.:	Refolosirea pieselor mecanice de schimb, prin recondiționare	333/6

MECANICĂ FINĂ ȘI OPTICĂ

1. Elemente constructive de mecanică fină

DEMIAN, T., PASCU, A., GABRIELA, TRESTIOREANU, GRECU, E., ERCIANU, A.G. : Studiul experimental al lagărelor cu aer autoportante cu bandă flexibilă 343/7

GRECU, E., ERCIANU, A.G. : Asupra timpului de ambreiere a cuplajelor electromagnetice rapide utilizate în echipamentele periferice ale calculatoarelor 346/7

KOSTRAKIEVICI, S., SACARELIS, C. : Stand pentru determinarea constantei elastice a membranelor cu decupări interioare 349/7

KOSTRAKIEVICI, S., SACARELIS, C., ILIE, DORINA : Calculul ghidajelor cu membrane cu decupări interioare din structura unui traductor cu deplasare inductiv 352/7

GRECU, E., PIRPILIU, M. : Asupra vibrațiilor capului de scriere de la un ploter multicreion 354/7

2. Echipamente hidro-pneumatice

DEMIAN, T., NIȚĂ, A.M. : Realizarea unor noi pompe peristaltice de tip sinusoidal 363/7

BANU, V., AVRAM, M. : Analiza comportării statice și dinamice a sistemelor pneumatice de măsurare cu autoechilibrare, p. I 363/7

ALEXANDRESCU, N., AVRAM, M. : Distribuitor pneumatic proporțional 369/7

3. Aparate de măsurat și metrologie

TUDOR, D. : Fotoploter acționat cu motoare electrice pas cu pas 374/7

DMITRESCU, N., TRUFAȘU, O., CHERCIULESCU, B. : Măsurarea obiectivă, prin metode electro-optice, a abaterilor unghiulare 378/7

IONESCU-MUSCEL., SILVIA : Calculul de gabarit al sistemelor de iluminat cu rastere sferice lenticulare 380/7

IONESCU-MUSCEL, SILVIA : Fotografia integrală 384/7

CURATU, E., DUȘA, M. : Asupra preciziei de realizare a unor rețele metrologice prin procesul de microfotolitografiere 390/7

CURATU, E. : Studiul calității sistemelor optice, pe baza analizei imaginii unui obiect de transparență aleatorie 394/7

CERCETARE ȘI PROIECTARE ASISTATE DE CALCULATOR

VAIDA, T., CREȚIOIU, ST., SAVIN, GABRIELA, BULACU, I. : Pahete de programe pentru elaborarea planurilor de croire, în cazul debitării tablelor pe mașini-unelte cu comandă numerică ori cu celulă fotoelectrică, sau pe ghilotine 445/9

BRUMARIU, P.: Determinarea parametrilor de reglaj pentru danturarea roților din angrenajele conice cu dantură în arc de cerc, prin simularea pe calculator a procesului de danturare 451/9

ZECIU, M. : Sistem COREP pentru calculul și optimizarea procesului de croire a reperelor din metal 459/9

DINCĂ, FL. : Un sistem de proiectare constructivă și tehnologică în construcții de mașini 467/9

DASCĂLU, D., SCHIEB, P. : Prelucrarea în comandă numerică a reperelor cu configurație complexă prin intermediul LIPCON/S 474/9

GROSU, FL., CARAGEA, GH. : Analiza stării de tensiuni și deformații în supapele compresoarelor de aer, cu metoda elementului finit 480/9

MOCIAN, I., ENĂCHESCU, C., POZDÎRCĂ, AL. : PACS 1 — program pentru proiectarea asistată de calculator a ștanțelor-bloc 484/9

MOCIAN, I., ENĂCHESCU, C. :	Metodă și program pentru descrierea geometriei unui contur	487/9
POZDÎRCĂ, AL. :	Metodă de croire optimă cu calculatorul a pieselor ștanțate din benzi	491/9
BULACU, I., GHEORGHE, P., VAIDA, I. :	Modelarea suprafețelor spațiale complexe pentru prelucrarea lor pe mașini-unelte cu comandă numerică	494/9
GRECIUC, T., BOTEZ, MAGDALENA:	Croirea și programarea semifabricatelor dreptunghiulare de pe foi de tablă	502/9
SĂNDULESCU, Ș. :	Structura cercetării și proiectării asistate de calculator (C.P.A.C.), privită în contextul proiectării de avioane, motoare termice și automobile	517/10
TOTHEZAN, P., CEAPOIU, FLORICA, TOTHEZAN, SORINA :	Sisteme hardware și software pentru achiziția și prelucrarea diagramei indicate de la motoarele termice	523/10
OFRIM, D. :	Microcalculatorul M 118 în achiziția și prelucrarea datelor	527/10
SEBE, GH., GHENU, S., TOTHEZAN, P. :	Sistem de analiză a structurilor prin metoda elementului finit	530/10
ATANASIU, N. :	Aplicațiile metodei elementului finit în tehnologia deformării plastice	536/10
CIȘMAȘ, P., SUDRIJAN, M., ROȘCA, M.:	Utilizarea calculatorului la proiectarea angrenajelor și sculelor de danturare	541/10
SIMION, F.P., SIMION, GABRIELA :	Studiul comportării la vibrații, în zona de lucru, a unei mașini-unelte, utilizînd metoda simulării pe calculatorul analogic	554/10

DIVERSE

TABACU, S.C. :	Actualități privind încercările ambalajelor folosite în industria construcțiilor de mașini	104/2
HAWLITSCHEK, K., SCHULZE, K. :	Raționalizări în industria de prelucrare a metalelor din R. D. Germană	107/2
STAN, A., IVAN, M., MAGHEȚI, I. :	Cercetări privind atenuarea zgomotului în tuburi	512/9

Din activitatea Intreprinderii „UNIO" — Satu Mare

DUMITRAȘCU, M. :	Contribuția cercetării și proiectării la înfăptuirea obiectivului prioritar: utilaje și instalații miniere de înaltă complexitate și productivitate	399/8
BARTH, I., OLAR, AL., KOVÁCS, R., TOTH, I. :	Modernizarea echipamentului electric al mașinilor de extracție. Realizări și perspective	403/8
UNTERBERGER, Z., BENDE, L., CZIMERMAN, AL., BETEA, V., SVAB, ȘT.	Construcții noi de transportoare miniere cu bandă pentru exploatări miniere subterane	408/8
BARA, O., SVAB, ȘT., CSIRAK, E., GABÖR, E., ȘUTA, IRINA :	Echipamente electrice de automatizare, în construcție antigrizutoasă, destinate utilajelor miniere subterane	411/8
TODEA, G.,	Nouă instalație de luminat la locomotivele diesel de mină	415/8
AMIK, G. :	Comanda numerică — mijloc eficient pentru creșterea productivității muncii și a calității produselor	416/8

MAJER, R., NAGY, AL. :	Instalație de sudat în amestec de argon și CO_2, simultan la ambele capete, a carcaselor ambutisate în manta, la rolele transportoarelor cu bandă	421/8
NAGY, GY. Z., RATIU, I :	De la cartele perforate pînă la teletransmisie. Un experiment care a reușit	424/8
TAMAȘ, E.,	Un nou tip de aparat pentru studiul forfecării	426/8
SALLAI C. :	Cercetări experimentale cu privire la perfecționarea procedeului de strunjire electromecanică	427/8
GYÛRE-ROTARIUC, MARIA, MUREȘANU, AL. :	Din istoria Intreprinderii „UNIO" Satu Mare	430/8

RECENZII

CIORĂU, P. :	Obraz, Jaroslav — Ultrazvuk v merici technice (Aplicarea ultrasunetelor în tehnica măsurărilor). SNTL — Nakladatelstvi technicke literatury. Praha, 1984, 480 pag., 416 fig., 13 tab., 376 ref. bibl., 36 kcs	115/2
SEGALL, H. :	Mihăilescu, Ș., Bratu, P., Goran, V., Aramă, S., — Mașini de construcții, vol. I, Ed. Tehnică, București, 1984, 328 pag.	115/2
VOIA, I. :	Anton, I — Cavitația. Ed. Academiei R.S.R., București, vol. I, — 1984, vol. II — 1985	247/4
x x x :	„Procese în mașini termice cu palete" — prof. dr. ing. Victor Pimsner, conf. dr. ing. Corneliu Berbente, dr. ing. Virgil Stanciu, ing. Valentin Luca, ing. Dimitrie Negulescu, ing. Valentin Luca, ing. Dimitrie Negulescu, ing. Victor Dobrin, ing. Cristian Tătăranu, Editura Tehnică, București, 1986	644/11-12

MANIFSTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

PAVELESCU, D. :	Tribotehnica — 1984	1/1
OPRESCU, TEODOSIA :	Coordonate economice maghiare	116/2
CAMPIAN, C.V. :	Conferința de mașini hidraulice și hidrodinamică. Timișoara, 18—19 octombrie 1985	248/4
KOLATI, V. :	A șaptea conferință de mașini fluidice. Budapesta, 1983	250/4
VOIA, I. :	Hydroturbo '85 Olomouc — R.S. Cehoslovacia	250/4
NIȚESCU, N. :	Lucrările celei de a II-a Consfătuiri cu tema „Tehnologii de recondiționare în construcția de mașini"	342/6
OPRESCU, TEODOSIA :	Progresul tehnic-factor esențial al creșterii eficienței economice și a nivelului calitativ al produselor	440/8
OPRESCU, TEODOSIA :	Salonul de invenții	442/8
DINCĂ, FL. :	Informare cu privire la activitatea CPAC pe M.I.C.M.	515/9
OPRESCU, TEODOSIA :	Informația tehnico-științifică — o avuție națională	583/10
BUCUR, D. :	Consfătuirea tehnico-științifică consacrată tehnologiilor de extrudare și forjare orbitală a metalelor	590/10
OPRESCU, TEODOSIA :	Simpozionul „Cercetarea științifică și creativitatea tehnică în slujba modernizării producției", 21—23 octombrie 1986, Satu-Mare	641/11-12

NOTĂȚI EDITORIALE

x x x :	Cărți ce vor apărea în trimestrul IV al anului 1986	644/11-12
x x x :	Cărți ce vor apărea în trimestrul I al anului 1987	644/11-12
	Sumarul anual pe probleme	41/1
	Indice alfabetic pe autori	48/1

INDICE ALFABETIC PE AUTORI

A

ABRUDAN, O. : nr. 5, p. 264
ACHIRILOAIE, I. : nr. 1,p. 23
ADAMEȘTEANU, JANINA : nr. 3, p. 146
ALBOTEANU, R. : nr. 11—12, p. 605
ALBU, A. : nr. 4, p. 217
ALBU, AL. : nr. 2, p. 72
ALEXANDRESCU, N. : nr. 7, p. 369
AMIK, G. : nr. 8, p. 416
ANTOFIE, ST. : nr. 6, p. 330
ANGHEL, A. : nr. 4, p. 184
APOSTOLESCU, N. : nr. 3, p. 128, p. 134, p. 138, p. 162, p. 166, nr. 11—12, p. 600
ATANASIU, N. : nr. 10, p. 536
AVRAM, M. : nr. 7, p. 363, p. 369
AVRAM, V. : nr. 4, p. 208

B

BANU, V. : nr. 7, p. 363
BARA, O. : nr. 8, p. 411
BARTH, L. : nr. 8, p. 403
BĂDANOIU, D. : nr. 5, p. 264
BĂLOIU S. : nr. 3, p. 164, p. 152 ; nr. 11—12 p. 623
BĂNICA, P. : nr. 11—12, p. 634
BAȚAGA, N. : nr. 11—12, p. 609
BEJAN, I. : nr. 11—12, p. 612
BEJAN, I.O. : nr. 4, p. 190
BENCZE, L. : nr. 2, p. 96
BENDE, L. : nr. 8, p. 408
BERCEA, O. : nr. 3, p. 146; nr. 11—12, p. 632
BERINDE, V. : nr. 6, p. 333
BERWANGER, E. ; nr. 4, p. 195
BETEA, V. : nr. 8, p. 408
BOBESCU, GH. : nr. 11—12, p. 616
BOGDAN, L. : nr. 3, p. 162; nr. 11—12, p. 600
BOGHEAN, V. : nr. 1, p. 31
BOHAȚIEL, T. : nr. 2, p. 91
BOTEZ, MAGDALENA : nr. 9, p. 502
BOȚOAGĂ, CR. : nr. 6, p. 313
BRĂTIANU, C. : nr. 10, p. 556
BRUMARIU, P. : nr. 9, p. 451
BUCUR, D. : nr. 10, p. 590
BUCUR, T. : nr. 2, p. 101
BUDĂU, V. : nr. 2, p. 53
BUDEA, M. : nr. 6, p. 330
BULACU, I. : nr. 9, p. 445, p. 494
BUZESCU, I. : nr. 11—12, p. 591

C

CARĂGEA, GH. : nr. 9, p. 480
CĂMPIAN, C. V. : nr. 4, p. 200, p. 248
CEAPOIU, FLORICA : nr. 10, p. 523
CEPTUREANU, Gh. : nr. 1, p. 10
CHERCIULESCU, B. : nr. 7, p. 378
CHIRIAC, R. : nr. 11—12, p. 600
CHIRIBĂU, V. : nr. 5, p. 264
CHIRU, A. : nr. 11—12, p. 616
CHIȘ, GH. : nr. 6, p. 330
CIBIANU, RODICA : nr. 1, p. 10
CIOGOTAȘ, I. : nr. 6, p. 307
CIORĂU, P. : nr. 2, p. 82, p. 115
CIORNEI, I. M. : nr. 1, p. 31
CIȘMAȘ, P. : nr. 10, p. 541
CIUNGU, A. : nr. 6, p. 310
COHERȚ, N. : nr. 6, p. 330
CONSTANTIN, GH. : nr. 1, p. 10
CONSTANTINESCU, D. : nr. 5, p. 262
COPESKI, C. : nr. 3, p. 169
CORB, I. : nr. 4, p. 184
CREȚIOIU, ST. : nr. 9, p. 445
CREȚU, O. S. : nr. 1, p. 31
CREȚOIU, Șp. S. : nr. 5, p. 277, p. 281
CRUDU, I. : nr. 1, p. 10, nr. 5, p. 264
CSIA, A. : nr. 6, p. 327
CSIRAK, E. : nr. 8, p. 411
CSONTI, M. : nr. 4, p. 205, p. 212
CURATU, E. : nr. 7, p. 390, p. 394
CZIMERMAN, AL. : nr. 8, p. 408

D

DAN, I. : nr. 5, p. 264
DASCĂLU, D. : nr. 9, p. 474
DAVID, S. : nr. 4, p. 190
DEMIAN, TR. : nr. 1, p. 21, nr. 7, p. 343, p. 358
DESPA, N. : nr. 3, p. 146, nr. 11—12, p. 632
DIACONESCU, E.N. : nr. 1, p. 31
DINCĂ, FL. : nr. 9, p. 467, p. 515
DINCĂ, I. : nr. 5, p. 274
DINCĂ, M. : nr. 11—12, p. 597
DINU, N. : nr. 3, p. 142
DOBRE, C. : nr. 3, p. 128, p. 166
DRAGOMIR, C. : nr. 6, p. 330
DRAGUTAN, L. : nr. 3, p. 178
DRĂGAN, B. : nr. 1, p. 5
DUHONI, N. : nr. 11—12, p. 632
DUMITRAȘCU, M. : nr. 8, p. 399
DUMITRESCU, C. : nr. 5, p. 253
DUMITRESCU, N. : nr. 7, p. 378
DUMITRESCU, T. : nr. 1, p. 10
DUȘA, M. : nr. 7, p. 390

E

ENĂCHESCU, C. : nr. 9, p. 484, p. 487
ERCIANU, A.G. : nr. 7, p. 343, p. 346

F

FILIP, A. : nr. 1, p. 10
FILIP, A. C. : nr. 5, p. 257

G

GABÓR, E. : nr. 8, p. 411
GAFIȚEANU, M. : nr. 1, p. 5, p. 14, p. 18
GEORGESCU, A. : nr. 4, p. 205, p. 264
GHENU, S. : nr. 10, p. 530
GHEORGHE, P. : nr. 9, p. 494
GHEORGHIȚĂ, L. : nr. 4, p. 208
GHEȚE, P. : nr. 11—12, p. 600
GHIA, V. : nr. 3, p. 142; nr. 11—12, p. 591
GIULESCU, A. : nr. 1, p. 27
GORAN, M. : nr. 2, p. 85
GLAJA, N. : nr. 3, p. 146; nr. 11—12, p. 632
GRECIUC, T. : nr. 9, p. 502
GRECU, E. : nr. 7, p. 343, p. 346, p. 354
GRIGORE, O. : nr. 1, p. 33
GRIGORESCU, FLORENTINA : nr. 1, p. 10
GROSU, FL. : nr. 9, p. 480
GRUNWALD, B. : nr. 3,p. 134, p. 138, p. 146, p. 152, p. 162; nr. 11—12, p. 600, p. 623
GYURE-ROTARIUC, MARIA : nr. 8, p. 430

H

HAWLITSCHEK, K. : nr. 2, p. 107
HEPENCIUC, MIOARA : nr. 5, p. 264

HERMAN, C. : nr. 6, p. 330
HOSTIUC, L. : nr. 1, p. 18
HOTA, I. : nr. 4, p. 212

I

IANCU, A. : nr. 11—12, p. 609
ILIE, DORINA : nr. 7, p. 352
ILIESCU, GHERGHINA : nr. 11—12, p. 627
ILINCA, C. : nr. 5, p. 264
IOANOVICI, FR. : nr. 5, p. 268
IONESCU-MUSCEL, SILVIA : nr. 7, p. 380, p. 381
IVAN, M. : nr. 9, p. 512

J

JIANU, C. : nr. 11—12, p. 597
JINGA, E. : nr. 1, p. 10
JITIANU, A. : nr. 5, p. 262
JONI, N. : nr. 2, p. 79

K

KLEIN, CAMELIA : nr. 1, p. 10
KLEIN, R. : nr. 6, p. 330
KOLATI, V. : nr. 4, p. 250
KOSTRAKIEVICI, S. : nr. 7, p. 349, p. 352
KOVACS, R. : nr. 8, p. 403

L

LAZĂR, H. : nr. 1, p. 23
LEONĂCHESCU, N. : nr. 10, p. 578
LUNGU, I. : nr. 6, p. 316, p. 325
LUPȘIASCA, C. : nr. 4, p. 190
LUȚĂ, L. : nr. 3, p. 169; nr. 11—12, p. 632

M

MAGHETI, I. : nr. 9, p. 512
MAJER, R. : nr. 8, p. 421
MANOLIU, V. : nr. 5, p. 274
MARIN, N. : nr. 6, p. 310, p. 322
MARINESCU, D. : nr. 5, p. 264
MARTON, N. : nr. 4, p. 243
MATEA, A. : nr. 5, p. 283
MATEA, N. : nr. 5, p. 283
MATIEȘAN, DORINA : nr. 1, p. 2
MĂNDRILĂ, ST. : nr. 2, p. 82
MARZ, C. : nr. 4, p. 217
MIHĂILESCU, V. : nr. 6, p. 316, p. 325
MIHĂILESCU, Z. : nr. 3, p. 178
MILOȘ, I. : nr. 6, p. 297, p. 313, p. 316
MITRACHE, A. : nr. 3, p. 171
MITRACHE, M. : nr. 3, p. 171, nr. 5, p. 271
MOCIAN, I. : nr. 9, p. 484, p. 487
MOLDOVAN, S. : nr. 1, p. 10
MUREȘAN, Al. : nr. 8, p. 430

N

NAGHI, M. : nr. 11—12, p. 612
NAGY, A. : nr. 6, p. 327
NAGY, AL. : nr. 8, p. 421
NAGY, GY. Z. : nr. 8, p. 424
NANDRA, O. : nr. 11—12, p. 632
NĂSTASE, D. : nr. 5, p. 277, p. 281
NĂSTASE, E. : nr. 2, p. 82
NĂSTASE, G. : nr. 5, p. 286
NEAGA, C. : nr. 10, p. 571
NEAGU, C. : nr. 11—12, p. 634
NECULĂIASA, V. : nr. 5, p. 260
NEGURESCU, N. : nr. 3, p. 128, p. 166; nr. 11—12, p. 600
NESTOR, T. : nr. 5, p. 277, p. 281
NICOLAU, I. : nr. 10, p. 565
NICOLAU, P. : nr. 2, p. 85
NICOLESCU, V.M. : nr. 3, p. 158
NIȚĂ, A.M. : nr. 7, p. 358
NIȚESCU, N. : nr. 6, p. 297, p. 316, p. 342
NIȚU, I. : nr. 11—12, p. 627
NIȚULESCU, M. : nr. 5, p. 264

O

OFRIM, D. : nr. 10, p. 527
OLAR, AL. : nr. 8, p. 403
OLARU, D. : nr. 1, p. 14
ONEA, D. : nr. 4, p. 223
OPREAN, M. : nr. 3, p. 119; nr. 11—12, p. 605
OPRESCU, TEODOSIA : nr. 2, p. 116, nr. 8, p. 440, p. 442, nr. 10, p. 588, nr. 11—12, p. 641
ORBAN, M. : nr. 5, p. 286

P

PALADE, V. : nr. 5, p. 264
PANĂ, C. : nr. 3, p. 128, p. 166
PASCU, A. : nr. 1, p. 21, nr. 7, p. 343
PAVELESCU, D. : nr. 1, p. 1, nr. 5, p. 253
PENCEA, I. : nr. 5, p. 274
PENE, N. : nr. 3, p. 166
PETRESCU D. : nr. 3, p. 178
PIRPILIU, D. : nr. 7, p. 354
POGINGEANU, D. : nr. 3, p. 178
POPA, M. : nr. 2, p. 85, p. 91
POPA, M.G. : nr. 3, p. 166
POPESCU, ANDREIA : nr. 6, p. 301
POPESCU, B. : nr. 1, p. 23
POPESCU, D. : nr. 5, p. 264
POPESCU, DR. : nr. 1, p. 10
POPINCEANU, N. : nr. 5, p. 283
POPOVITS, D. : nr. 2, p. 64
POZDIRCĂ, AL. : nr. 9, p. 484, p. 491

R

RADU, B. : nr. 11—12, p. 600
RAȚIU, I. : nr. 8, p. 424
RĂDĂCINA, N. : nr. 1, p. 27
RAȘEEV, D. : nr. 5, p. 262
RĂZMERIȚĂ GH. : nr. 5, p. 264
ROȘCA, M. : nr. 10, p. 541
ROTH, I. : nr. 2, p. 79

S

SĂCĂRELIS, C. : nr. 7, p. 349, p. 352
SĂLLAI, C. : nr. 8, p. 427
SAVIN, GABRIELA : nr. 9, p. 445
SAVU, ȘT. : nr. 1, p. 27
SĂNDULESCU, Ș. : nr. 10, p. 517
SĂRBU, C. : nr. 5, p. 274
SCARPETE, D. : nr. 1, p. 10
SCHIEB, P. : nr. 9, p. 474
SCHULZE, K. : nr. 2, p. 107
SCHWEIGER, G. : nr. 4, p. 217
SEBE, GH. : nr. 10, p. 530
SEGALL, H. : nr. 2, p. 115
SEK, A. : nr. 3, p. 123
SENEȘAN, V. : nr. 11—12, p. 609
SFINȚEANU, D. : nr. 3, p. 162, nr. 11—12, p. 600
SILVESTRU, C. : nr. 3, p. 128, p. 166
SIMION, F.P. : nr. 10, p. 554
SIMION, GABRIELA : nr. 10, p. 554
SMOCZER, I : nr. 4, p. 212
SOBOCINSKI, R. : nr. 3, p. 123
SONTA, H. : nr. 3, p. 123
STAN, A. : nr. 9, p. 512
STĂNCEL, I. : nr. 3, p. 169
STĂNCIULESCU, N. : nr. 6, p. 313, p. 325

STANCULESCU, D.: nr. 1, p. 33
STĂNOIU, C.: nr. 3, p. 178
STOICA, N.: nr. 3, p. 178
SUBU, T.: nr. 2, p. 64
SUDRIJAN, M.: nr. 10, p. 541
SULEA, P.: nr. 5, p. 268
SVAB, ŞT: nr. 8, p. 408, p. 411
SZERDAHELYI, E.: nr. 4, p. 231

Ş

ŞTEFĂNESCU, I.: nr. 1, p. 10
ŞTIRBEI, I.: nr. 6, p. 322
ŞUTA, IRINA: nr. 8, p. 411

T

TABACU, S.C.: nr. 2, p. 104
TAMAŞ, E.: nr. 8, p. 426
TEBEREAN, I.: nr. 11—12, p. 609
TEODORESCU, L.: nr. 11—12, p. 597
THEIL, H.: nr. 11—12, p. 612
TOACŞAN, M.I.: nr. 2, p. 91
TODEA, G.: nr. 8, p. 415
TOMESCU, A: nr. 3, p. 178
TOMESCU, D.: nr. 6, p. 310, p. 322
TOTH, I.: nr. 8, p. 403
TOTHEZAN, P.: nr. 10, p. 523, p. 530, nr. 11—12, p. 623
TOTHEZAN, SORINA: nr. 10, p. 523
TRANCĂ, I.: nr. 3, p. 142
TRESTIOREANU GABRIELA: nr. 7, p. 343
TRUFAŞU, O.: nr. 7, p. 378
TRUŞCULESCU, D.: nr. 2, p. 53
TRUŞCULESCU, M.: nr. 2, p. 53
TUDOR, D.: nr. 7, p. 374
TUDOR, I.: nr. 5, p. 262, nr. 6, p. 301
TUDORA, A: nr. 2, p. 85, p. 91
TUDORA, M.: nr. 2, p. 85

U

UNGUREŞAN, I.: nr. 6, p. 307
UNTERBERGER, Z.: nr. 8, p. 408

V

VAIDA, I.: nr. 9, p. 494
VAIDA, T.: nr. 9, p. 445
VARGA, L.: nr. 2, p. 96
VASILIU, F.: nr. 5, p. 274
VOIA, I.: nr. 4, p. 183, p. 239, p. 243, p. 247, p. 250

Z

ZECIU, M.: nr. 9, p. 459

I. C. T. C. M.

principalele domenii de activitate

1 Prelucrări Mecanice

Linii de prelucrare cu manipulare automată ;
sisteme complexe de fabricație ;
scule și dispozitive speciale ;
instalații de colectare a șpanului.

2 Prelucrări prin Tehnologii Neconvenționale

Tehnologii și utilaje pentru prelucrări prin :
electroeroziune ;
electrochimie ; debavurare electrochimică ;
laser ;
ultrasunete ;
fascicul de electroni.

3 Ștanțare și Deformări Plastice la Rece

Tehnologii și utilaje speciale de ștanțare ;
ștanțe complexe ;
tehnologii și scule speciale pentru deformări la rece ;
dispozitive automate de alimentare și transfer pentru prese.

4 Tratamente de Suprafață

Tehnologii, echipamente tipizate și sisteme complexe pentru :
spălarea pieselor ;
pregătirea suprafețelor prin alicare ;
acoperiri metalice ;
acoperiri prin vopsire.

5 Manipularea Automată

Sisteme cu roboți industriali ;
manipulatoare industriale ;
tehnologii și dispozitive de manipulare ;

6 Montaj

Tehnologii de montaj mecanizat și automatizat ;
mașini și linii de montaj cu diferite grade de mecanizare și automatizare ;
echipamente pentru montajul selectiv ;
componente tipizate pentru sisteme de montaj.

7 Control Activ Interoperațional și Final

Mașini specializate de măsură și control ;
tehnologii și echipamente de control dimensional ;
cercetări de fiabilitate pentru echipamente mecanice.

8 Transportul Pneumatic Conteinerizat

Tehnologii și echipamente pentru transportul materialelor pulverulente, granulate și în vrac.

9 Organe de Mașini de Uz General

Studii și tipizări de angrenaje și mecanisme de acționare ;
cercetarea și proiectarea de reductoare, motoreductoare, variatoare de turație, cuplaje, ambreiaje și torpedouri de uz general și construcții speciale ;
atestarea prin expertize a parametrilor funcționali și a fiabilității organelor de mașini și mecanismelor funcționale ;
tribologie, studiul frecării și ungerii ;
studiul zgomotelor și vibrațiilor ;
folosirea materialelor noi în construcții de mașini.

10 Proiectarea Asistată de Calculator

Sisteme pentru pregătirea tehnologică a fabricației asistată de calculator pentru serii mici și mijlocii.

Elaborarea de pachete de programe :

— LIPCON — Programarea mașinilor-unelte cu comandă numerică ;
— LIPFOG — Elaborarea semiautomată a planurilor de croire table ;
— proiectarea constructivă asistată de calculator.

Exploatarea curentă pe echipamente din dotare (calculator, masă de desenat).

MAGYAR ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ
pentru
INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

1988 MAR 3 1

difuzează în anul 1987

materiale de informare despre realizări din țară și din străinătate privind preocupările actuale în domeniul construcțiilor de mașini, de ex.: programul energetic, valorificarea surselor proprii de materii prime, calitatea produselor, economisirea materiilor prime și reciclarea deșeurilor, productivitatea muncii etc.

Materialele sînt grupate în serii:

Simbolul	Denumirea seriei
	REALIZĂRI ALE CERCETĂRII ROMÂNEȘTI
RCM	Revista „Construcția de mașini"
ID	INFORMARE DOCUMENTARĂ asupra nivelului progresului tehnic pe plan mondial în industria construcțiilor de mașini
	Informări pentru cadre de conducere:
IDCM	Informare documentară în construcția de mașini
IDCM-C	Informare documentară în construcția de mașini — conjunctură
IDCM-E	Informare documentară în construcția de mașini-energie
IDCM-O	Informare documentară în construcția de mașini-organizare
IDCM-PM	Informare documentară pentru protecția muncii
	Informări pentru specialiști:
IDT	Informare documentară în turnătorii
IDTT	Informare documentară pentru tratamente termice
IDPP	Informare documentară pentru prelucrări prin deformare plastică
IDS	Informare documentară pentru sudori
IDPR	Informare documentară pentru prelucrări la rece
IDCC	Informare documentară pentru calitate și control
IDMK	Informare documentară pentru prognoză și marketing
IDAR	Informare documentară pentru automatizare, robotizare
IDRC	Informare documentară privind reducerea consumurilor de materiale și energie

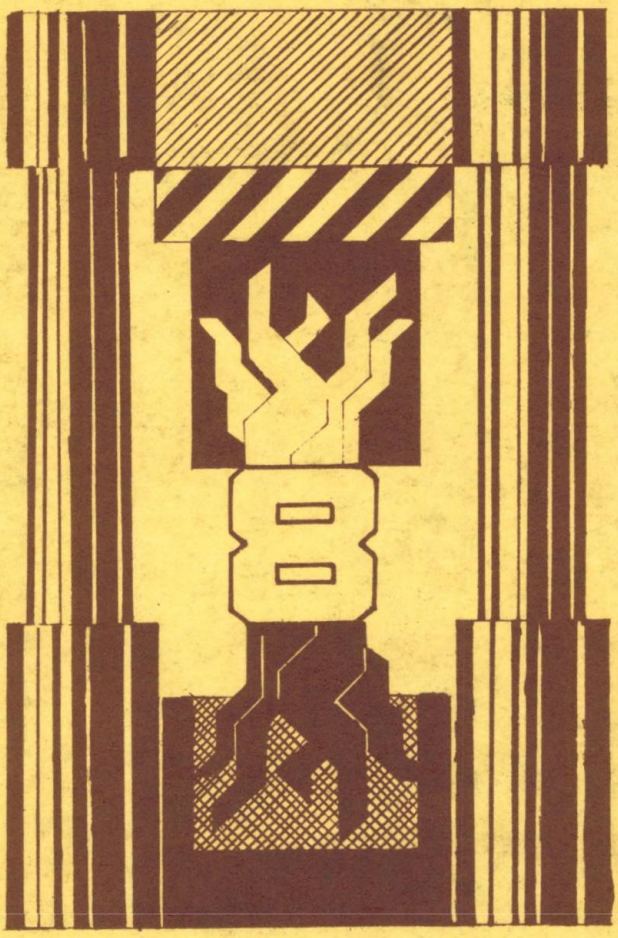
Simbolul	Denumirea seriei
	SINTEZE DOCUMENTARE privind **nivelul tehnic pe plan mondial** în industria construcțiilor de mașini
SID	Noutăți în diverse domenii
	REALIZĂRI ALE UNITĂȚILOR MICM ȘI MIUG
CO,	**Cataloage de fișe tehnice**
CTN,	de produse, tehnologii și mecani-
CMA,	zări, automatizări autoutilări,
CA,	SDV-uri
PTN,	Realizări deosebite, omologări stan-
SE,	darde etc.
CSSM,	Realizări în sudare
RSM,	Echipamente de sudare
CES,	Produse tipizate, descrieri de
CTO, CT	tehnologii
	DOCUMENTE NORMATIVE
BI	**Buletinul intern MICM și MIUG**
NT	Normative tehnice
LPCM, R	Liste de prețuri în construcția de mașini, reduse
ITC	Indicatoare tarifare de calificare
NPM	Normative și ghid de protecția muncii în construcția de mașini
	MATERIALE DOCUMENTARE **în ajutorul proiectării și al producției**
	CERCETĂRI COMPLEXE DE INFORMARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ
CCIST-R și P	Cercetări retrospective și continui
SIDCM-A și B	Sistemul de informare documentară automatizat, pentru articole de revistă și brevete

E3279

04

Gér I

A VIII-A CONFERINTA DE DEFORMARI PLASTICE LA CALD - BRASOV 1986



TEHNOLOGII DE DEFORMARE PLASTICĂ LA CALD

1987 JUN 0 9
Referálva

CONSTRUCTIA DE MASINI

BUCUREŞTI ■ XXXIX ■ APRILIE ■ 1987

4

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXIX, 4, aprilie, 1987

CUPRINS

DEFORMARE PLASTICĂ

DRĂGAN, I., NISTOR, L. : **Studiul solicitărilor într-o matriță fretată utilizînd metoda elementului finit** 149

VASILIU, A., ANTONESCU, N. : **Unele aspecte privind forjarea aliajelor de titan** 151

DUNCA, TR., BOJIȚĂ, I.M. : **Probleme privind consumurile energetice specifice la încălzirea inductivă pentru forjare** 155

PRIDVORNIC, M., LAMERT, FR. : **Tehnologie de laminare a inelelor profilate pe laminor orizontal** 158

BĂLTĂNOIU, M. : **Influența forjării asupra tenacității oțelului carbon normalizat și îmbunătățit** 161

POPA, AL. : **Cercetări experimentale privind influența formei secțiunii transversale și a razei de racordare a poansonului asupra forței necesare execuției prin imprimare la rece a matrițelor din oțeluri RUL 1 și Rp 5** 165

SIPOȘ, G., CARVACI, P. : **Încălzirea zonală prin inducție a unor piese cu secțiune variabilă** 167

LAMMERT, FR. : **Contribuții privind utilizarea metodei Shore la determinarea tensiunilor interne din piese forjate** 170

TĂNASE, S. : **Unele cauze ale deteriorării sculelor de lucru la cald. Soluții tehnice și constructive pentru creșterea durabilității și productivității în exploatare** 174

MOLDOVAN, V., ȚUȚUREA, M. : **Unele aspecte privind fabricarea prin laminare a foilor de arc cu secțiune variabilă** 178

PARASCAN, O., TEODORIU, A.E., OPREA, E., ȘERBĂNESCU, R. : **Tehnologie de fabricație la cald a țevilor pentru mufe din țevi sudate longitudinal** 183

ARJOCA, I., DINA, GH. : **Sudarea prin frecare a arborelui primar de la cutia de viteză a autoturismului DACIA 1300** 185

STOENESCU, FL., MUREȘAN, M., REABOI, AL. : **Procedeu de realizare, din oțel rapid, a burghielor elicoidale în gama ∅ 23 mm ... ∅ 65 mm, prin extrudare la cald** 188

Manifestări tehnico-științifice

VASILIU, A. : **A 8-a Conferință de deformări plastice la cald, Brașov, octombrie, 1986** 192

CRIȘAN, GABRIELA : **Noutăți în domeniul motoarelor auto** 194

Recenzie

VASILIU, A. : **Pridvornic, M., Tănase, S. — Îndrumător tehnologic al muncitorilor forjori. Ed. Tehnică, București, 1986, 390 pag., 300 fig., 140 tab., 43 ref. bibl., 22 lei** 195

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonator științific : ing. Armand Vasiliu

SUMARE

CZ : 621.979.25 : 621.983-2

Drăgan, I., Nistor, L. : **Studiul solicitărilor într-o matriță fretată utilizînd metoda de calcul cu element finit**

Se prezintă soluțiile matematice pentru rezolvarea proiectării matrițelor fretate. Rezultatele experimentale confirmă programul de calcul, ceea ce permite extinderea tehnologiei.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 4, 5 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 621.73 : 669.018.4

Vasiliu, A., Antonescu, N. : **Unele aspecte privind forjarea aliajelor de titan**

Lucrarea cuprinde rezultatele experimentărilor de forjare liberă a unor aliaje de titan utilizate în aeronautică și industria chimică. Recomandările tehnologice servesc la asimilarea tehnologiei pe scară industrială.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 4, 5 fig., 6 ref. bibl.

CZ : 621.365.5

Dunca, Traian, Bojiță, Ioan, Mircea : **Probleme privind consumurile energetice specifice la încălzirea inductivă pentru forjare**

Lucrarea prezintă variația consumului de energie la reducerea productivității orare, în raport cu productivitatea nominală a inductoarelor de încălzire în masă a semifabricatelor feromagnetice, avînd solenație constantă.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 4, 5 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 621.944

Pridvornic, M., Lammert, Fr. : **Tehnologie de laminare a inelelor profilate, pe laminor orizontal**

Analizînd cîteva variante de tehnologie utilizate deja, autorii stabilesc varianta optimă, pe baza consumurile minime de oțel și realizării unei calități superioare a inelelor-labirint pentru lagărele de la vagoane.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 4, 3 fig., 1 tab., 3 ref. bibl.

CZ : 621.73 : 669.16

Băltănoiu, M. : **Influența forjării asupra tenacității oțelului carbon, normalizat și îmbunătățit**

Prin încercări cu grade de deformare diferențiate, autorul stabilește domeniul optim de utilizare a oțelurilor carbon, în funcție de tratamentele termice aplicate și caracteristicile de rezistență.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 4, 7 fig., 2 tab.

CZ : 621.983

Popa, A. : **Cercetări experimentale privind influența formei secțiunii transversale și a razei de racordare a poansoanului asupra forței necesare execuției prin imprimare la rece a matrițelor din oțelurile RUL 1 și Rp 5**

Rezultatele experimentărilor demonstrează că forma secțiunii transversale influențează capacitatea de imprimare a poansoanelor, la operația de presare a gravurilor matrițelor. Cunoașterea acestei corelații conduce la o exploatare economică a poansoanelor.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 4, 7 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 621.365.5

Sipoș, G., Carvaci, P. : **Încălzirea zonală prin inducție a unor piese cu secțiune variabilă**

Lucrarea prezintă rezultatele practice obținute pe o instalație fizică, soluțiile de dimensionare a inductoarelor și ipostazele în baza cărora s-a efectuat proiectarea. Instalația permite o încălzire de mare precizie.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 4, 2 fig.

CZ : 621 : 539.319

Lammert, Fr. : **Contribuții privind utilizarea metodei Shore la determinarea tensiunilor interne din piesele forjate**

Se prezintă bazele teoretice, metoda și aparatul pentru determinarea tensiunilor remanente din piesele forjate, cu aplicații la roțile de vagoane

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 4, 6 fig., 3 ref. bibl.

CZ : 621.979.25 : 621.983-2

Tănase, S. : **Unele cauze ale deteriorării sculelor de lucru la cald. Soluții tehnice și constructive pentru creșterea durabilității și productivității în exploatare**

După analiza cauzelor de avarie la matrițe, autorul prezintă cîteva soluții constructive pentru prevenirea acesteia, care conduc la scăderea consumului specific de oțel de scule de 3—8 ori.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 4, 10 fig.,

CZ : 621.944

Moldovan, V., Țuțurea, M. : **Unele aspecte privind fabricarea prin laminare a foilor de arc cu secțiune variabilă**

Deoarece lamelele suportă deformarea în regim nestaționar, au fost abordate principalele aspecte teoretice privind cinematica și energetica focarului nestaționar de deformare. Studiul procesului s-a făcut prin modelare matematică, pe calculator numeric, iar experimentările efectuate pe un stand de construcție proprie confirmă rezultatele teoretice

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 4, 6 fig., 3 ref. bibl.

CZ : 621.944

Parascan, O., Teodoriu, A.E., Oprea, E., Șerbănescu, R. : **Tehnologie de fabricație la cald a țevilor pentru mufe din țevi sudate longitudinal**

Folosirea țevilor laminate, sudate, pentru fabricarea mufelor conduce la reducerea consumului de metal, creșterea preciziei pieselor și asimilarea unei tehnologii de producere a țevilor sudate nestandardizate.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 4, 3 tab.

CZ : 621.791.44

Arjoca, I., Dina, Gh. : **Sudarea prin frecare a arborelui primar de la cutia de viteză a autoturismului DACIA 1300**

Sudarea prin frecare este prezentată ca o alternativă de recondiționare a arborilor uzați, în locul unei noi forjări, cu efectele economice respective.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 4, 2 fig., 1 tab., 2 ref. bibl.

CZ : 621.73 : 621.951.45

Stoenescu, Fl., Mureșan, M., Reaboi, A. : **Procedeu de realizare din oțel rapid a burghielor elicoidale în gama ∅ 23 mm . .65 mm, prin extrudare la cald.**

Metodele de calcul pentru dimensionarea matrițelor au dus la realizarea unui dispozitiv experimental, descris în lucrare, care permite obținerea burghielor, cu efecte economice considerabile.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 4, 9 fig.

CONTENTS

DC : 621.979.25 : 621.983-2

Drăgan, I., Nistor, L. : **The study of strains in a shriveled dies using the finite element computational method**

The mathematical solutions for the desing of shriveled dies are presented. The experimental results confirm the computational programme thus allowing for technology extension.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 4. 5 Figs., 4 Refs.

DC : 621.73 : 669.018.4

Vasiliu, A., Antonescu, N. : **Some aspects related to forging of titanium alloys**

The paper presents the experimental results of the free forging of titanium alloys used in the chemical industry and aeronautics. The technological recommendations serve for the assimilation of this techonology on an industrial scale.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 4, 5 Figs, 6 Refs.

DC : 621.365.5

Dunca, Traian, Bojiţă, Ioan, Mircea : **Problems related to specific energetical consumption in inductive heating for forging operations**

The paper presents the variation of the energetical consumption in reducing the hourly efficiency as related to the nominal output of the mass heating inductors for ferromagnetic parts when the amperes by coils product is constant.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 4, 5 Figs., 5 Refs.

DC : 621.944

Pridvornic, M., Lammert, Fr. : **Technology for profiled rings rolling on a horizontal mill**

After analysing some of the technological variants which have been already in use the authors establish the best variant which ensures maximum steel savings and high surface finish of the labyrinth rings for waggon bearings.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 4. 3 Figs., 1 Tab., 3 Refs.

DC : 621.73 : 669.16

Băltănoiu, M. : **Forging influence on the tenacity of the annealed, aged carbon steel**

Carrying out tests at differentiated degrees of deformation the author establishes the bes field of application for the carbon steels function of the heat treatments applied and the resistance characteristics.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 4. 7 Figs., 2 Tabs.

DC : 621.983

Popa, A. : **Experimental research work related to the influence exerted by the cross section shape and bending radius of punches on the force required for cold printing of dies made of RUL 1 and Rp 5 steels**

The experimental results demonstrate that the shape of the cross section influences the printing capacity of the punches when pressing die engravings. Knowing this correlation leads to an economical operation of punches.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 4. 7 Figs. 4 Refs.

DC : 621.365.5

Sipoş, G., Carvaci, P. : **Local induction heating of parts of variable cross section**

The paper presents the practical results obtained on a physical installation, the solutions for inductor sizing and the hypostases based on which the design has been carried out. The installation ensures high precision heating.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 4. 2 Figs.

DC : 621 : 539.319

Lammert, Fr. : **Contributions to the utilization of the Shore method in the determination of the internal strains with forgings**

The paper presents the theoretical bases, the method and the appartus for determining the internal strains with forgings, with application in waggon wheels.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 4. 6 Figs., 3 Refs.

DC : 621.979.25 : 625.983-2

Tănase, S. : **Some sources of failure with hot production tools. Technical and designing solutions for increasing tool life and efficiency in operation**

After analysing the various sources of failure with dies the author establishes a few designing solutions that prevent tool failure and reduce the steel consumption 3 to 8 times.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 4, 10 Figs.

DC : 621.944

Moldovan, V., Ţuţurea, M. : **Some aspects related to the execution of spring plates of variable cross section through rolling**

As the disks are subject to deformation in a non-stationary regime, the main theoretical aspects related to the kinematics and energetics of the non-stationary deformation focal point are approached. The process study has been carried out through mathematical modelling on a digital computer The experiments carried out on a testing stand of original design confirm the theoretical results.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 4. 6 Figs., 3 Refs.

DC : 621.944

Parascan, O., Teodoriu, A.E., Oprea, E., Şerbănescu, R. : **A technology for hot machining of pipes for joints of longitudinally welded pipes**

The utilization of rolled, welded pipes for the production of joints leads to metal savings, increase in workpiece accuracy and assimilation of a technology for the execution of non-standardized welded pipes.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 4, 3 Tabs.

DC : 621.791.44

Arjoca, I., Dina, Gh. : **Friction welding of the primary shaft for the DACIA 1300 — type car gearbox**

The friction welding is presented as an alternative method of reconditioning worn-out shafts. It is used instead of the forging operation and has certain advantages.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 4, 2 Figs., 1 Tab., 2 Refs.

DC : 621.73 : 621.951.45

Stoenescu, Fl., Mureşan, M., Reaboi, A. : **Execution of twist drills from 23 mm to 65 mm diameter through hot extrusion on rapid steel**

The computational methods for die sizing have led to the accomplishment of an experimental device presented in the paper. It allows for drills to be obtained under considerably economical conditions.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 4, 9 Figs.

SOMMAIRES

CD : 621.197.25 : 621.983-2

Drăgan, I., Nistor, L. : **L'étude des solllicitations dans une matrice frettée en utilisant la méthode de calcul à élément fini**

On présente les solutions mathématiques concernant la solution de l'étude des matrices frettées. Les résultats des expériences attestent le programme de calcul, ce que permet l'élargissment de la technologie.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 4, 5 fig., 4 ref. bibl.

CD : 621.73 : 669.016.4

Vasiliu, A., Antonescu, N. : **Quelques aspects concernant le forgeage des alliages de titane**

Le travail comprend les résultats des expériences de forgeage libre de certains alliages de titane utilisés dans l'aéronautique et l'industrie chimique. Les avis par rapport à la technologie servent à l'assimilation de la technologie sur échelle industrielle.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 4, 5 fig., 6 ref. bibl.

CD : 621.365.5

Dunca, Traian, Boţiţă, Ioan, Mircea : **Problèmes concernant les consommations d'énergie spécifiques au chauffage par induction pour forgeage**

Le travail présente la variation de la consommation d'énergie à la réduction de la productivité horaire, par rapport à la productivité nominale des inducteurs de chauffage en masse des semi-fabricats feromagnétiques, ayant A x nombres spires constant.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 4, 5 fig., 5 ref. bibl.

CD : 621.944

Pridvornic, M., Lammert, Fr. : **Technologie de laminage des bagues profilées sur un laminoir horizontal**

En analysant quelques variantes technologiques déjà utilisées, les auteurs établissent la variante optimale, en base des consommations minimales d'acier et de la réalisation d'une qualité supérieure des bagues-labyrinthe pour les paliers des wagons

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 4. 3 fig., 1 tab., 3 ref. bibl.

CD : 621.73 : 669.16

Băltănoiu, M. : **L'influence du forgeage sur la tenue de l'acier carbone normalisé et amélioré**

Moyennant des essais à degrés de déformation différenciés, l'auteur établit le domaine optimal de l'utilisation des aciers carbone, fonction des traitements thermiques adoptés et des caractéristiques de résistance.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 4. 7 fig., 2 tab.

CD : 621.983

Popa, A. : **Recherches expérimentales concernant l'influence de la forme de la section transversale et du rayon de raccord du poinçon sur la force nécessaire à l'exécution par impression à froid des matrice en aciers RUL 1 et Rp 5**

Les résultats des expérience prouvent que la forme de la section transversale influence la capacité d'impression des poinçons à l'opération de pressage des estampes des matrices. La connaissance de cette corrélation mène à une exploitation économique des poinçons.

Construcţia de maşini : 39 (1987), nr. 4. 7 fig., 4 ref. bibl.

CD : 621.365.5

Sipoş, G., Carvaci, P. : **Chauffage zonal par induction des pièces à section variable**

Le travail présente les résultats pratiques obtenus sur une installation physique, les solutions concernant les dimensions des inducteurs et les hypostases en base desquelles on a fait l'étude. L'installation permet un chauffage selon les normes.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 4, 2 fig.

CD : 621 : 539.319

Lammert, Fr. : **Contributions concernant l'utilisation de la méthode Shore à l'établissement des tensions internes dans les pièces forgées**

On présente les bases théoriques, la méthode et l'appareil pour déterminer les tensions restantes se trouvant dans les pièces forgées avec des utilisations aux roues de wagons.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 4. 6 fig., 3 ref. bibl.

CD : 621.979.25 : 621.983-2

Tănase, S. : **Certaines causes de la détérioration des outils à chaud. Solutions techniques et de construction pour l'amélioration de la tenue et de la productivité pendant l'tilisation**

Après avoir analysé les causes d'avarie des matrices, l'auteur présente qulques solutions de construction pour les éviter et en même temps mènent à la réduction de la consommation spécifique d'acier 3—8 fois.

Construcţia de maşini, 39 (1987). nr. 4. 19 fig.

CD : 621.944

Moldovan, V., Ţuţurea, M. : **Quelques aspect concernant la fabrication par laminage des lames de ressort à section variable**

Ayant en vue que les lames supportent la déformation en régime non-stationnaire, on a abordé les pricipaux aspects théoriques concernant la cinématique et l'énergétique du centre non-stationnaire de déformation. L'étude du processus s'est déroulé par des simulation mathématique sur ordinateur et les expériences exécutées sur un stand de construction personnelle attestent les résultats théoriques.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 4.. 6 fig.. 3 ref. bibl.

CD : 621.944

Parascan, O., Teodoriu, A.E., Oprea, E., Şerbănescu, R. : **Techonologie de fabrication à chaud des tubes pour les manchons d'accouplement en tubes soudés longitudinalement**

L'utilisation des tubes laminés, soudés pour la fabrication des manchons mène à la réduction de la consommation du métal, à l'augmentation de la précision des pièces et l'assimilation d'une technologie de production des tubes soudés non-standardisés.

Construcţia de maşini, 39 (1987), 3 tab.

CD : 621.791.44

Arjoca, I., Dina, Gh. : **Soudage par friction de l'arbre primaire se trouvant dans la boîte de vitesse de la voiture DACIA 1300**

Le soudage par friction est présenté comme une alternative de reconditionnement des arbres usés, à la place d'un autre forgeage et les effets économiques qui en découlent.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 4. 2 fig., 1 tab., 2 ref. bibl.

CD : 621.73 : 621.951.45

Stoenescu, Fl., Mureşan, M., Reaboi, A. : **Procédé pour réaliser en acier rapide des forets hélicoidaux, la gamme étant entre ∅ 23...65 mm, par extrusion à chaud**

Les méthodes de calcul pour les dimensions des matrices ont conduit à la réalisation d'un dispositif expérimental, décrit dans le travail, permettant l'execution des forets à effets économiques considerables.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 4, 9 fig.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 621.979.25 : 621.983-2

Drăgan, I., Nistor, L. : **Studium der Beanspruchungen in einer geschrumpften Matrize auf Frund des Verfahrens der finiten Elemente**

Dargestellt werden mathematische Lösungen für die Projektierung der geschrumpften Matrizen. Die experimentellen Ergebnisse bestätigen das Rechenprogramm, was die Erweiterung des Einsatzes dieser Technologie gewährleistet.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), Nr. 4. 5 Abb., 4 Lit.

DK : 621.73 : 669.018.4

Vasiliu, A., Antonescu, N. : **Einige Aspekte hinsichtlich des Shmiedens von Titanlegierungen**

Der Beitrag umfasst die Ergebnisse der Erprobungen auf dem Gebiet des Freiformschmiedens einiger Titanlegierungen, welche im Flugzugbau und in der chemischen Industrie eingesetzt werden. Es werden Empfehlungen zur Einführung der entsprechenden Technologie in der Industrie gemacht.

„Construcţia de maşini"", 39 (1987), Nr. 4. 5 Abb., 6 Lit.

DK : 621.365.5

Dunca, T., Bojiţă, I.M. : **Fragen hinsichtlich der spezifischen Energieverbrauche beim induktiven Heizen für das Schmieden**

Der Beitrag behandelt die Veränderung des Energieverbrauches bei der Reduzierung der Stundenleistung, auf Grund der Nennproduktivität der Induktoren für die Massenheizung ferromagnetischer Halbzeuge mit konstanter Amperewindung.

„Construcţia de maşini"", 39 (1987), Nr. 4. 5 Abb., 5 Lit.

DK : 612.944

Pridvornic, M., Lammert, Fr. : **Die Technologie des Walzens von Profilringen am Waagerechtwalzwerk**

Auf Grund der Untersuchung einiger bereits eingesetzten technologischen Varianten legen die Verfasser die optimale Lösung fest, auf Grund der minimalen Stahlverbrauche und der Realisierung einer hohen Güte der Labyrinth-Ringe für die Waggonlager.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), Nr. 4. 3 Abb., 1 Tab., 3 Lit.

DK : 621.73 : 669.16

Băltănoiu, M. : **Der Einfluss des Schmiedens auf die Zähigkeit des normalgeglühten und vergüteten Kohlenstoffstahles**

Auf Grund von Erprobungen mit unterschiedlichen Umformgraden bestimmt der Verfasser den optimalen Einsatzbereich der Kohlenstoffstähle, je nach angewendeten Wärmebehandlungen und den jeweiligen Festigkeitsmerkmalen.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), Nr. 4. 7 Abb., 2 Tab.

DK : 621.983

Popa, A. : **Experimentelle Forschungen hinsichtlich des Einflusses der Querschnittform und des Anschlusshalbmessers des Stempels auf die für das Kaltprämen der Matrizen aus RUL 1 und Rp 5 erforderliche Kraft**

Die Ergebnisse der Experimentierungen beweisen, dass die Querschnittform die Prägefähigkeit der Stempel beim Stechen der Matrizen beeinflusst. Die Kenntnis dieses Zusammenhanges gewährleistet ein wirtschaftliches Betreiben der Stempel.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), Nr. 4. 7 Abb., 4 Lit.

DK : 621.365.5

Sipoş, G., Carvaci, P, : **Lokale Induktionsheizung von Werkstücken mit veränderlichem Querschnitt**

Der Beitrag umfasst die praktischen, in einer existierenden Anlage erzielten Ergebnisse, die Lösungen hinsichtlich der Bemessung der Induktoren sowie auch die Grundvoraussetzungen der Projektierung. Die behandelte Einrichtung erlaubt ein Heizen hoher Genauigkeit.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), Nr. 4, 2 Abb.

DK : 621.539.319

Lammert, Fr. : **Beiträge hinsichtlich des Einsatzes des Shore-Verfahrens bei der Bestimmung der internen Spannungen der Schmiedeteile**

Es werden die theoretischen Grundlagen, die Methodik und das Gerät zur Bestimmung der Remanenzspannungen aus den Schmiedeteilen, mit Einsatzbeispielen bei Waggonrädern dargestellt.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), Nr. 4, 6 Abb., 3 Lit.

DK : 621.979.25 : 621.983-2

Tănase, S. : **Eine Ursachen der Beschädigung der Warmbearbeitungswerkzeuge. Technische und konstruktive Lösungen zur Erhöhung der Standzeit und Produktivität im Betrieb**

Nach der Untersuchung der Beschädigungsursachen bei den Matrizen stellt der Verfasser einige konstruktive Lösungen zur Vermeidung dieser Mängel dar. Die angeführten Lösungen führen zu einer Verminderung des spezifischen Verbrauches von Werkzeugstahl von 3÷8 mal.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), Nr. 4, 10 Abb.

DK : 612.944

Moldovan, V., Ţuţurea, M. : **Einige Aspekte bezüglich der Fertigung von Federblättern mit veränderlichem Querschnitt durch Walzen**

Da die Federblätter unter instationären Betriebsbedingungen der Umformung ausgesetzt werden, behandelt der Beitrag die wichtigsten theoretischen Aspekte hinsichtlich der Kinematik und Energetik des instationären Umformsystems. Die Untersuchung des Verfahrens erfolgte durch mathematische Modellierung anhand eines numerischen Rechners, wobei die Experimentierungen auf einem Erprobungsstand eigener Konstruktion erfolgten und die theoretischen Ergebnisse bestätigten.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), Nr. 4, 6 Abb., 3 Lit.

DK : 612.944

Parascan, O., Teodoriu, A.E., Oprea, E., Şerbănescu, R. : **Technologie für die Warmherstellung der Muffenrohre aus Iängsgeschweissten Rohren**

Die Verwendung der gewalzten, geschweissten Rohre für die Herstellung von Muffen führt zur Verminderung des Metallverbrauches, zur Erhöhung der Genauigkeit der Werkstücke und zur Einführung einer Technologie für die Fertigung nichtstandardisierter geschweisster Rohre.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), Nr. 4, 3 Tab.

DK : 621.791.44

Arjoca, I., Dina, Gh. : **Reibungsschweissung der Primärwelle vom Getriebekasten des PKWs DACIA 1300**

Die Reibungsschweissung wird als eine Alternative für die Wiederinstandsetzung verschlissener Wellen, anstelle eines neuen Schmiedens, mit den betreffenden ökonomischen Auswirkungen dargestellt.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), Nr. 4, 2 Abb., 1 Tab., 2 Lit.

DK : 621.73 : 621.951.45

Stoenescu, Fl., Mureşan, M., Reaboi, A. : **Verfahren zur Realisierung der Spiralbohrer der Reihe ∅ 23 mm ... ∅ 65 mm aus Schnellstahl, durch Warmfliesspressen**

Die für das Bemessen der Matrizen verwendeten Rechenverfahren führten zur Realisierung einer in diesem Beitrag beschriebenen experimentellen Vorrichtung, welche die Herstellung der Bohrer mit bemerkenswerten ökonomischen Vorteilen gewährleistet.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), Nr. 4, 9 Abb.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 621.979.25 : 621.983—2

Дрэган, И., Нистор, Л.: *Исследование нагрузок в скреплённом штампе с использованием метода расчёта с конечным элементом*

В работе даны математические решения для проектирования скреплённых штампов. Результаты испытаний подтверждают программу расчёта, в результате чего можно расширить технологию.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 4, 5 рис., 4 лит.

ДК : 621.73 : 669.018.4

Василиу, А., Антонеску, М.: *Некоторые аспекты ковки титановых сплавов*

В работе представлены экспериментальные результаты свободной ковки некоторых титановых сплавов, используемых в аэронавтике и в химической промышленности. Даются технологические рекомендации для освоения технологии в промышленном масштабе.

Constructia de maşini, 39 (1987).
н. 4, 5 рис., 6 лит.

ДК : 621.365.5

Дунка, Т., Божица, И.М.: *Вопросы удельного потребления энергии при индукционном нагреве в процессе ковки*

В работе представлено изменение потребления энергии при снижении почасовой производительности относительно номинальной производительности индукторов для массового нагрева ферромагнитных заготовок, при наличии постоянного А х число витков.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 4, 5 рис., 5 лит.

Придворник, М., Ламмерт, Фр.: *Технология проката фасонных колец на горизонтальном прокатном стане*

Рассматривая некоторые варианты уже используемой технологии, авторы устанавливают наилучший вариант на основе минимального расхода стали и достижения превосходного качества обработки лабиринтных колец для подшипников вагонов.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 4, 3 рис., 1 таб., 3 лит.

ДК : 621.73 : 669.16

Бэлтэноу, М.: *Влияние ковки на вязкость нормализованной и обогащённой углеродистой стали*

Путём испытаний на различные степени деформации автор устанавливает оптимальную область использования углеродистых сталей в зависимости от применённой термообработки и характеристик стойкости.

Constructia de maşini, 39 (1987).
н. 4, 7 рис., 2 таб.

ДК : 621.983

Попа, А.: *Экспериментальные исследования в связи с влиянием формы попперечного сечения и радиуса закругления пуансона на усилие, необходимое для изготовления путём холодной вытяжки штампов из сталей RUL 1 и Rp 5*

Результаты исследований показывают, что форма поперечного сечения влияет на вытяжную характеристику пуансонов, на запрессовочную операцию графировки штампов. Знание этого соотношения ведёт к экономному эксплуатированию пуансонов.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 4, 7 рис., 4 лит.

ДК : 621.365.5

Шипош, Г., Карвач, П.: *Индукционный нагрев по зонам изделий с переменым сечением*

В работе представлены практические результаты, полученные на существующей установке, способы установки размеров индукторов и базы, на основе которых производилось проектирование. Установка позволяет произвести нагрев с большой точностью.

Constructia de maşini, 39 (1987). н. 4. 2 рис.

ДК : 621 : 539.319

Ламмерт, Фр.: *Вклад в использование метода Shore для определения внутренних напряжений в поковках*

Представлены теоретические базы, метод и прибор для определения внутренних напряжений в поковках, с применением к вагонным колёсам.

Constructia de maşini, 39 (1987). н. 4, 6 рис., 3 лит

ДК : 621.979.25 : 621.983—2

Тэнасе, С.: *Некоторые причины повреждения инструментов при работе горячих условиях. Технические и конструктивные решения повышения прочности и производительности в эксплуатировании*

После рассмотрения причин аварий штампов автор предлагает несколько конструктивных решений для их предупреждения, что ведёт к уменьшению удельного потребления инструментальной стали от 3 до 8 раз.

Constructia de maşini, 39 (1987). н. 4, 10 рис.

ДК : 621.944

Молдован, В., Цуцуря, М.: *Некоторые аспекты производства путём проката рессорных листов с переменным сечением*

В связи с тем, что листы деформируются в нестационарном режиме, были рассмотрены основные теоретические аспекты кинематики и энергетики нестационарного фокуса деформирования. Исследование процесса производилось при посредстве математического моделирования на ЭВМ, а испытания были проведены на стэнде собственной конструкции, подтвердив теоретические результаты.

Constructia de maşini, 39 (1987), н. 4, 6 рис., 3 лит.

ДК : 621.944

Параскан, О., Теодориу, А.Е., Опря, Е., Шербэнеску, Р.: *Технология горячей обработки труб для муфт из продольно сваренных труб*

Использование прокатных и сварных труб для производства муфт ведёт к уменьшению расхода металла, к повышению точности изделий и к освоению технологии производства нестандартных сварных труб.

Constructia de maşini, 39 (1987). н. 4, 3 таб.

ДК : 621. 791.44

Аржока, И., Дина, Г.: *Механическая сварка первичного вала КПП легкового автомобиля ДАЧИЯ 1300*

Механическая сварка представлена как альтернатива в случае восстановления изношенных валов, вместо новой ковки, с соответствующими экономическими результатами.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 4, 2 рис., 1 таб., 2 лит.

ДК : 621.73 : 621.951. 45

Стоеческу, Фл. Мурешан, М., Рябой, А.: *Способ изготовления горячим выдавливанием из быстрорежущей стали спиральных свёрл в гамме ∅ 23 мм . . . ∅ 65 мм.*

Способы вычисления размеров штампов обусловили создание описанного в работе экспериментального приспособления, благодаря которому можно получить свёрла со значительными экономическими результатами.

Constructia de maşini, 39 (1987), н. 4, 9 рис.

CZ : 621.979.25 : 621.983-2

Studiul solicitărilor într-o matriță fretată utilizînd metoda de calcul cu element finit

Prof. dr. ing. Ioan **DRĂGAN**, șef lucr. ing. Liviu **NISTOR** – Institutul Politehnic Cluj-Napoca

Bazele teoretice și practice ale lucrării

Cercetările efectuate pînă în prezent cu privire la cunoașterea stării de solicitare într-o matriță se ocupă cu stabilirea tensiunilor existente în direcția deformării. Sînt foarte puține date privind stabilirea tensiunilor în direcție transversală deformării și infulența solicitării asupra dimensiunilor locașului de matriță. Cunoașterea evoluției tensiunilor permite o evaluare a solicitării mecanice și contribuie la stabilirea cantitativă a solicitării unei matrițe. În acest scop, nu sînt necesare numai tensiunile în direcția deformării, ci toate tensiunile care încarcă locașul matriței. Nu posedăm, în acest scop, o metodă adecvată de calcul, iar, pe de altă parte, metodelor de măsurare le este proprie o siguranță cît de cît precisă, dar sînt greu de aplicat, sînt costisitoare, iar rezultatele au valabilitate pentru cazuri speciale. Abia, în ultimii ani, cu ajutorul calculatoarelor electronice, a devenit posibilă calcularea solicitării unor elemente de construcție deosebită. Datorită acestor aspecte, proiectantul de matrițe este nevoit să apeleze la date practice, stabilite empiric, cu privire la materialul folosit, cît și cu privire la raportul existent între dimensiunile constructive ale locașului matriței și cele ale blocului matriței.

Informațiile reduse privind construcția matrițelor impun ca necesar a se stabili o bază universal valabilă și concludentă pentru starea de solicitare. Procedeul de lucru nu trebuie să fie supus nici unei limitări în ceea ce privește geometria sau modul de acțiune a forțelor exterioare, ca și în ceea ce privește starea de tensiuni și de deformație.

Procedeul de calcul cu element finit este apropiat pentru studierea principială a matrițelor și corespunde cerințelor amintite. Dacă un corp este supus, la suprafața sa, acțiunii unor forțe, în fiecare punct al conținutului sînt prezentate tensiuni ; dacă executăm o secțiune imaginară prin corp, în această secțiune tenmaginară prin corp, în această secțiune sînt transmise tensiuni. Determinarea mărimii acestor tensiuni servește ca bază aprecierii solicitării corpului (în acest caz, a matriței).

Calculele efectuate în cadrul acestei lucrări au fost executate cu programul SAPO 5, care este versiunea românească a programului SAPLI 5, adaptat și dezvoltat pe calculatoare Felix C-512.

Programul SAPO 5 calculează, cu ajutorul unei biblioteci de elemente finite :

— starea de tensiune și deformație în mediu continuu elastic liniar supus acțiunilor statice sau dinamice ; ,

— cîmpul de temperaturi în regim staționar sau tranzitoriu.

Dată fiind forma de revoluție axial-simetrică a matriței studiate, din biblioteca cu elemente finite a programului am utilizat elementul de revoluție cu 4 noduri. Plecînd de la deplasările nodale, programul calculează tensiunile clasice, principale și de comparație la mijlocul laturilor și în centrul elementului. Pentru compararea rezultatelor, din program s-a luat în considerare valoarea tensiunii calculată după criteriul Huber, von Mises și Henky, adică valoarea determinată din ecuația energetică a plasticității :

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} \qquad (1)$$

Prin această valoare este redusă solicitarea de tensiune monoaxială a unui corp spațial la starea de tensiune monoaxială, ceea ce ne permite să comparăm solicitarea materialului matriței cu tensiunea rezultată din încercarea de tracțiune.

Stabilirea parametrilor fretării matrițelor

Necesitatea măririi capacității de rezistență a matrițelor și de îmbunătățire a indicelui de folosire a oțelurilor înalt aliate, utilizate pentru construcția acestora, prin crearea unei stări de tensiune înaltă, impune realizarea matrițelor de formă cilindrică prin fretare.

Matrița **1** de rază R_1 se introduce în inelul 2, de raze R_2 și R_3 ($R_1 > R_2$), încălzit cu Δt. După montaj prin răcire inelul se contractă căutînd să revină la poziția inițială, ceea ce face ca pe suprafața lor de contact să apară presiunea q_f, numită presiune de fretaj, care este presiune exterioară pentru matriță și presiune interioară pentru inel (fig. 1).

Contactul se realizează pe cercul de rază R, care se obține prin mărirea razei R_2 cu U_2 și micșorarea razei R_1, cu valoarea U_1 :

$$R = R_1 - U_1 = R_2 + U_2 \qquad (2)$$

Mărimea $R_1 - R_2 = U_1 + U_2 = \Delta$ se numește seraj. Particularizînd expresia de calcul al serajului Δ, pentru cazul de îmbinare a celor două corpuri, cu dimensiunile de mai sus, se poate scrie :

$$\Delta = \frac{2q_f}{E} \cdot \frac{R_2 R_3^2}{R_3^2 - R_2^2} \qquad (3)$$

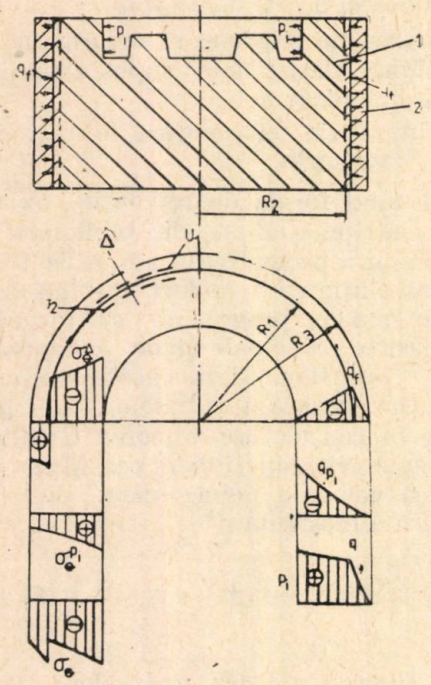


Fig. 1

Deoarece montajul pentru fretaj se realizează numai prin încălzirea inelului, de la temperatura t_i la temperatura t_f, valoarea serajului se determină cu relația :

$$\Delta = R_2 \cdot \varepsilon_0 = R_2 \cdot \alpha(t_f - t_0) \qquad (4)$$

Din egalitatea expresiilor (3) și (4) se determină presiunea de seraj :

$$q_f = \frac{\alpha(t_f - t_i)E}{2R_3^2}\left(R_3^2 - R_2^2\right), \qquad (5)$$

care reprezintă presiunea exterioară asupra matriței. În relația (5), E este modulul de elasticitate longitudinal al materialului inelului, iar α — coeficientul de dilatare liniară a materialului inelului.

Valoarea presiunii q_f se modifică odată cu modificarea temperaturii de încălzire a inelului ; cu cît temperatura este mai mare, cu atît mai mare va fi valoarea presiunii de seraj (fig. 2).

Din legea de variație a presiunii de seraj (q_f), în funcție de valoarea serajului și de raza exterioară a inelului, se alege valoarea optimă a presiunii, astfel încît dimensiunile exterioare ale inelului să nu crească prea mult (crește

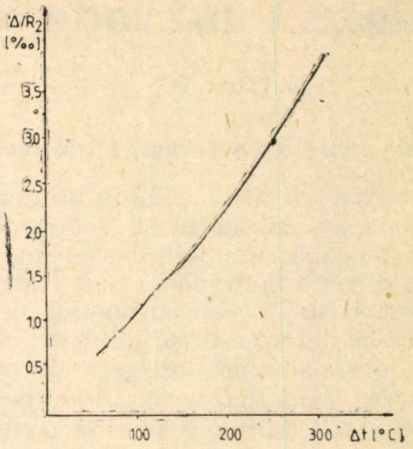


Fig. 2

gabaritul matriței), dar nici temperatura de încălzire să nu fie prea ridicată (fig. 3).

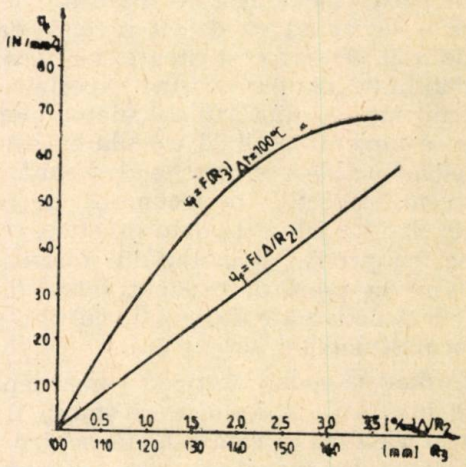


Fig. 3

Rezultate experimentale

În prezenta lucrare s-a considerat matrița ca fiind confecționată din oțel VCW 85 (STAS 3611-80), iar inelul din oțel OLC 45 (STAS 880-80). Forța de deformare s-a considerat ca fiind egală cu valoarea maximă, necesară umplerii complete a locașului matriței ($F = 1450$ KN). Peste solicitarea creată de forța de matrițare, s-a suprapus solicitarea dată de presiunea de seraj.

Ca mărime de influență, tensiunea de referință (σ_H), s-a urmărit în diferite puncte pe suprafața locașului matriței și, în mod deosebit, în secțiunea razei fundului locașului, unde s-au obținut valorile maxime ale solicitării matriței.

Prin aplicarea fretării pe toată suprafața exterioară a blocului matriței, solicitarea matriței se reduce, după o lege liniară de variație (fig. 4).

În secțiunile **1**, **2**, **3** și **4** luate în studiu, tensiunea de referință scade liniar, cu creșterea valorii serajului, mai puternic în secțiunea razei fundului locașului matriței. În sec-

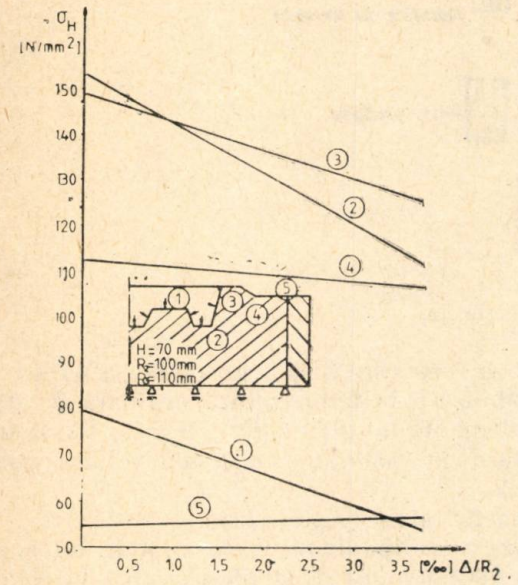


Fig. 4

țiunea **5**, valorile tensiunilor create de solicitarea de matrițare fiind comparabil mai mici decît cele provenite din fretaj, se observă o ușoară creștere a tensiunii σ_H cu creșterea serajului. Pentru secțiunea **2**, la o valoare a mărimii relative a serajului, $\Delta / R_3 = 3‰$ valoarea tensiunii de referință σ_H scade cu 21%. Influența efectului serajului este mai evidentă asupra tensiunilor maxime din locașul matriței. Dacă fretarea se realizează cu ajutorul unui inel avînd înălțimea egală cu jumătate din înălțimea blocului matriței (fig. 5), (zona dublu hașurată), tensiunea de referință σ_H scade, dar mai puțin : pentru $q_f = 30$ N/mm^2, valoarea tensiunii de referință scade cu 7%, față de 15% — în cazul fretării pe toată înălțimea matriței.

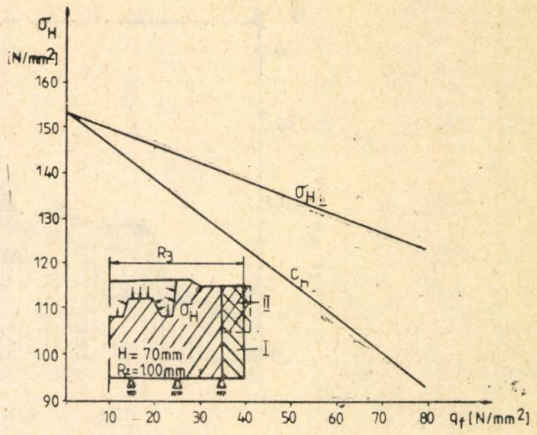


Fig. 5

Concluzii

Utilizînd fretarea ca soluție constructivă a matrițelor de forjă, solicitarea în locașul de matrițare se reduce cu atît mai mult cu cît valoarea serajului este mai mare, prin crearea unei stări de tensiune favorabilă.

Prin reducerea solicitării, uzura provocată de încărcarea mecanică scade și durata de viață a matrițelor crește.

Prin utilizarea fretării, consumul specific de oțel aliat pentru matrițe scade, aceasta fiind o cale posibilă de reducere a cheltuielilor materiale, prin obținerea mai ieftină a matrițelor de forjă.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Posea, N. ș.a.* : Mecanică aplicată pentru ingineri. Editura tehnică, București, 1984.

[2] *Drăgan, I.* : Tehnologia deformărilor plastice. Editura didactică și pedagogică, București, 1976.

[3] *Mocanu, D.R. ș.a.* : Analiza experimentală a tensiunilor. Editura tehnică, București, 1977.

[4] *Fierbințeanu, M. ș.a.* : Manual de utilizare SAPO 5, IPCB, 1984.

CZ : 621.73 : 669.018.4

Unele aspecte privind forjarea aliajelor de titan

Ing. Armand **VASILIU**, ing. Nicolae **ANTONESCU** – I.C.S.I.T.P.S.C.M, București

După ce în 1938 W.J. Kroll a produs pentru prima dată burete de titan, în condiții controlate, prin reducerea tetraclorurii de titan, cu magneziu în 1948, începe dezvoltarea diverselor tehnici de prelucrare a pieselor : prin turnare, presare la rece, presare izostatică, calibrare, forjarea se semnalează de firma GOULD (S.U.A.) în 1952. Metalurgia pulberilor de titan se dezvoltă prin anii 70.O proiecție a evoluției producției și consumului de titan precum și a prețului este arătată în figura 1 [1].

Se observă că utilizarea titanului și a aliajelor sale, în alte sectoare decît cel aerospațial, este în 1980 de 35%, prețul menținîndu-se la 12...15 $/kg [1]. Extinderea utilizării titanului se explică prin proprietățile sale superioare, simbolizate în figura 2, prin evoluția indicelui sintetic (rezistență — greutate specifică comparativ la oțel, aliaje de aluminiu și aliaje de titan). Totodată aliajele de titan își păstrează proprietățile de rezistență pînă la —60°C, iar, încălzite pînă la 400°C, își păstrează proprietățile superioare celor ale aliajelor de aluminiu.

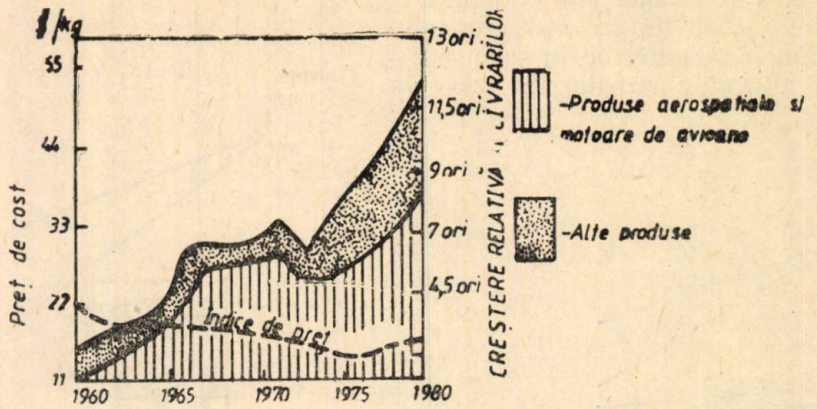


Fig. 1 Profilul industriei titanului [1]

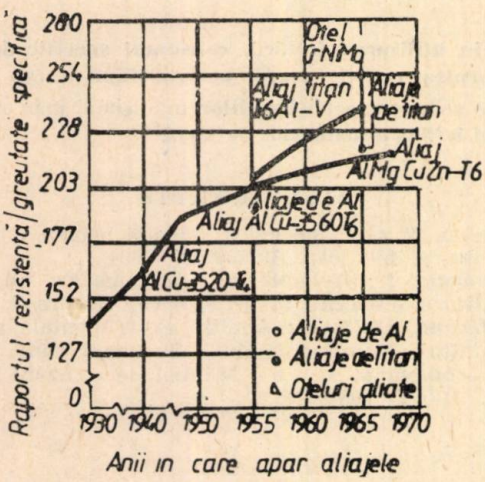


Fig. 2 Tendința dezvoltării de aliaje ușoare cu rezistență ridicată în perioada anilor 1930—1970 [3].

Răspîndirea relativă a titanului în scoarța pămîntului (4400 g/t), față de alte metale cu utilizare industrială ca de exemplu Mo (15 g/t), Ni (80 g/t), Fe (50.000 g/t), Al (81.300 g/t), face acest metal accesibil industriei [2].

Aliajele deformabile cu bază de titan cristalizează diferit și prezintă în structură faza α, faza β și faza α, β. Elementele de aliere au rolul de a stabiliza una sau alta din aceste faze, precum și de a determina cantitatea lor la temperaturile de transformare [3].

Faza α — este o soluție solidă de substituție cu baza titan, rezultată prin dizolvarea diferitelor elemente de aliere în titanul α, și cristalizează în sistemul hexagonal compact (h.c.).

Faza β — este o soluție solidă cu baza titan β, stabilizată la temperatura ordinară de diferite elemente de aliere (Cr, Fe, Mo, V), și cristalizează în sistemul cub. cu volum centrat (c.v.c.).

Plasticitatea acestor faze este diferită, ca urmare a aranjamentului atomilor în rețea, dar cu mult mai mică decît plasticitatea fazelor ce cristalizează în sistemul cub cu fețe centrate, astfel că aliajele cu structură α, și β, datorită diferenței de plasticitate dintre cele două faze, ridică probleme specifice în timpul deformării la cald.

Proprietățile aliajelor de titan sînt direct legate de structura lor. Astfel, aliajele monofazice sînt ductile și sudabile, iar aliajele bifazice sînt sudabile, au o ductibilitate mai scăzută, sînt mai rezistente decît aliajele monofazice și pot fi durificate în continuare prin tratamente termice.

Aliajele cu rezistență mică (sub 60 daN/mm^2) se folosesc, de obicei, la fabricarea pieselor cu configurație complicată care nu suportă sarcini mari.

Aliajele de medie rezistență (60...100 daN/mm^2) sînt mediu aliate, posedă o plasticitate tehnologică satisfăcătoare și nu necesită tratamente termice.

Aliajele de înaltă rezistență (peste 100 daN/mm^2) și cele refractare pe bază de titan sînt aliaje cu plasticitate satisfăcătoare.

Particularități tehnologice

Materialul. Semifabricatele camerciale din aliaje de titan se obțin, de obicei, din lingouri, cilindrice degazate în vid și retopite în cuptoare cu electrod consumabil. Tehnologiile noi, moderne, au condus la obținerea de lingouri dublu sau triplu rafinate, care asigură preve-

nirea segregațiilor sau a incluziunilor, au un conținut redus de gaze ca : (oxigen, azot, carbon și/sau hidrogen), care influențează negativ caracteristicile mecanice (în special ductibilitatea).

Semifabricatele din aliaje de titan se pot prelucra prin toate procedeele cunoscute de deformare plastică la cald. Laminarea este procedeul cel mai rapid și de mare precizie dimensională asigurînd caracteristici mecanice constante în masa semifabricatului, dar nu este justificată din punct de vedere economic. O soluție de compromis, rentabilă din punct de vedere tehnic cît și economic, este realizarea semifabricatelor pe mașini de forjare cu schimbarea rapidă a sculelor.

Încălzirea. Aliajele de titan (6 V OT 4—1, VT 3—1), se caracterizează printr-o conductibilitate termică extrem de scăzută. Această conductibilitate este de circa 5 . . . 8 ori mai mică decît a oțelului carbon. În tabelul 1 se arată valorile conductibilității termice, funcție de temperatură, a unor materiale.

La încălzirea semifabricatelor din aliaje de titan, apare un strat superficial de oxid. Plasticitatea mult mai redusă a acestui strat față de a materialului de bază conduce la spargerea acestuia în timpul deformării și produce o rețea de fisuri fine de circa 1 . . . 2 mm, constituind astfel concentratori de tensiune care provoacă distrugerea întregii piese. Pentru evitarea formării acestui strat fragil de oxid, se recomandă încălzirea pieselor în cuptoare cu atmosferă de protecție, neutră sau dezoxidantă, mediul cel mai adecvat pentru încălzirea aliajelor de titan fiind argonul. În practică este des folosită și acoperirea materialelor cu pastă de protecție.

Forjarea. Particularitățile de forjare sînt caracteristice fiecărei grupe de aliaje funcție de tipul microstructurii aliajului. Influența temperaturilor de forjare asupra proprietăților mecanice este esențială, deoarece o încălzire peste punctul de transformare a structurii cu fază β conduce la formarea de grăunți grosolani, obținîndu-se astfel o structură de tip Widmanstätten.

Consecința este reducerea ductibilității și a rezistenței la oboseală alternantă.

Forjarea la o temperatură prea scăzută conduce, ca și în cazul aluminiului sau cuprului, la apariția fisurilor. În figurile 3 și 4 se arată influența generală a temperaturilor de forjare asupra mărimii grăunților și a proprietăților mecanice la temperatura ambiantă pentru aliajele α și α, β.

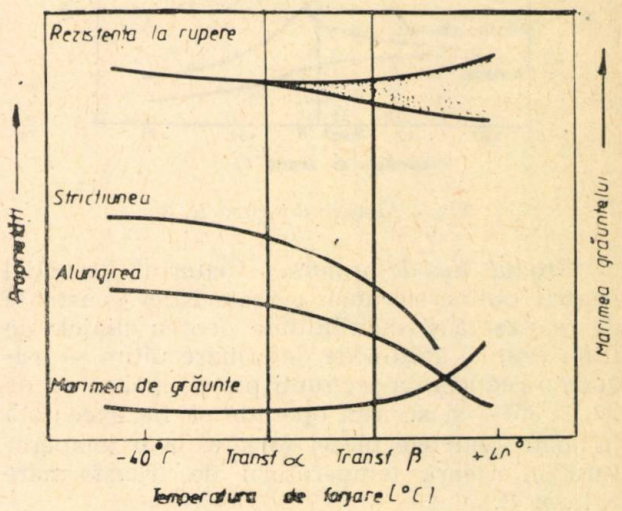


Fig. 3 Aliajele din titan α.

La piesele forjate, s-a observat o mare dispersie a caracteristicilor de ductibilitate și a rezistenței la oboseală (ce nu pot fi ameliorate prin tratamente termice), ca urmare a diferențelor de temperatură din secțiunea pieselor în timpul forjării libere, imposibil de evitat în procesul de forjare.

Tabelul 1

Materialul	Temperatura °C					
	20	100	200	300	600	700
	λ = [Kcal/m.h °C]					
OLC 20	44,5	43,9	40	38,2	30,6	27,4
12 C 130	23,0	23,8	23,8	24,1	22,7	21,9
Rp 3	20,9	22,8	23,4	24,1	23,4	23
OT 4—1	8,28	9,0	—	10,44	10,80	—
VT 3—1	6,84	7,2	8,64	9,72	13,32	14,40

Ca urmare, practica industrială indică forjarea și matrițarea cu grade unitare mari, pentru a ține sub control temperaturile de deformare la cald și recristalizarea structurii.

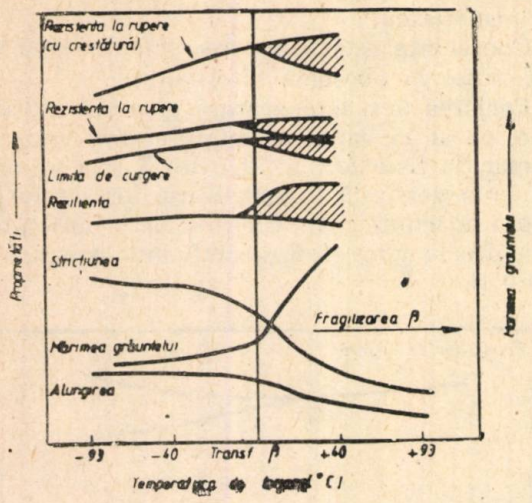


Fig. 4 Aliajele din titan α, β.

Gradul de deformare. Criteriul esențial pentru obținerea unor caracteristici constante de rezistență și ductibilitate pentru aliajele de titan este ca gradul de deformare ultim să asigure o reducere a secțiunii piesei, mai mare de 30 ... 35 % și această operație să fie executată în toate punctele piesei forjate, la o temperatură inferioară temperaturii de transformare a fazei β.

Utilajele de forjare. Aliajele de titan prezintă o rezistență la deformare la cald de 2—3 ori mai mare decît a oțelurilor. Rezistența la deformare a aliajelor de titan nu este legată numai de temperatură, ci și de viteza de deformare. În cazul deformării dinamice pe ciocan, plasticitatea aliajelor de titan scade cu 10—20%, astfel că energia ciocanelor va trebui să fie cu circa 50 % mai mare, față de forța preselor pentru aceleași tipuri de piese. Încercările efectuate au arătat superioritatea incontestabilă a aplicării unei deformări lente, față de cea cu viteze ridicate, pentru obținerea de piese cu caracteristici mecanice superioare. Față de cele arătate, matrițarea aliajelor de titan pe prese este procedeul optim de deformare plastică.

În I.C.S.I.T.P.S.C.M. au fost realizate prin forjare liberă diferite tipuri de piese din aliaje de titan VT3-1 și OT-4, ale căror caracteristici s-au încadrat în normele tehnice de control și recepție. La întocmirea tehnologiei de forjare pentru semifabricatele din aliaje de titan, s-au respectat condițiile necesare realizării unor piese forjate cu bune proprietăți mecanice.

Încălzirea s-a efectuat într-un cuptor electric, la o temperatură de 1000 ... 1020°C, semifabricatele înainte de forjare avînd o temperatură cuprinsă între 980 ... 950°C, iar la sfîrșitul forjării 800°C.

Utilajul de deformare folosit a fost un ciocan de forjare liberă de 750 Kg.

Piesele forjate au fost realizate dintr-o singură încălzire gradul de deformare fiind $\varepsilon \geqslant \geqslant 30$ %.

După forjare, piesele au fost răcite în loc ferit de curenți de aer rece și apoi controlate US, unde nu au fost decelate defecte. Duritatea pieselor după forjare a fost, pentru aliajul VT/3-1, de 363 HB, iar pentru aliajul OT-4, 269 HB.

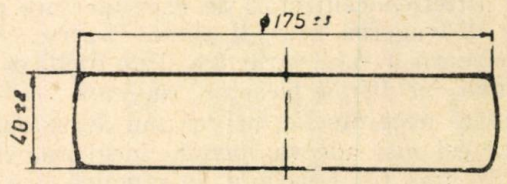


Fig. 5 Disc refulat.

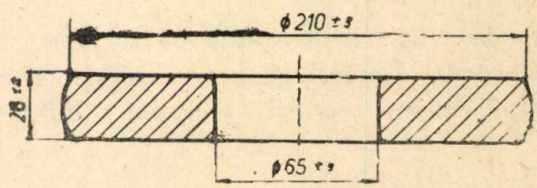


Fig. 6 Disc refulat și găurit.

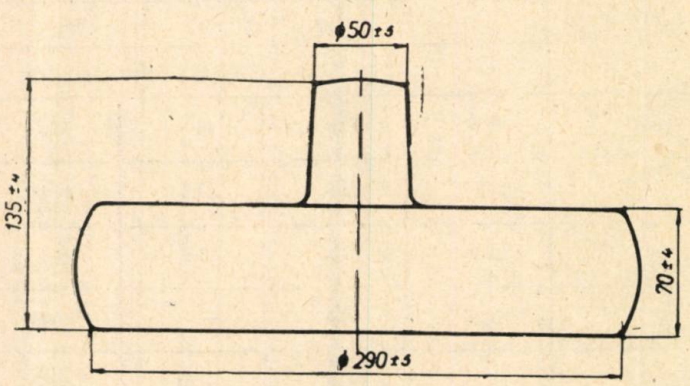


Fig. 7 Disc cu butuc.

Împotriva oxidării, semifabricatele din aliaje de titan au fost acoperite cu o pastă de protecție și nu s-a constatat în acest caz formarea de oxid de titan pe suprafața lor.

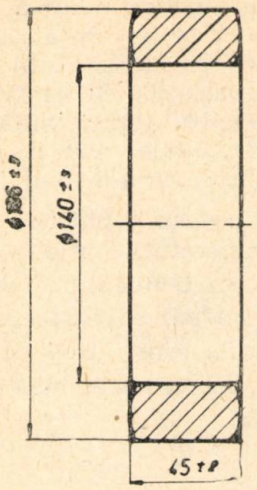


Fig. 8 Inel lărgit pe dorn.

În figurile 5, 6, 7, 8 sînt prezentate cîteva tipuri de piese realizate prin forjare liberă din aliaje de titan.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Thellmann E.L.*: Powder Metallurgy International vol. 11, No. 2, May, 1979, pag. 47.

[2] *Heizinger F.*: Id, vol. 9, No. 2, 1977, pag. 80—81.

[3] x x x: Forging Industry Handbook American Society for Metals — 1970.

[4] *Groza, I., Pridvornic, M., Sechel, P., Drăgulin, M.*: Deformarea plastică a metalelor și aliajelor neferoase. Ed. Tehnică, 1977, București.

[5] *Wilkinson, N.A.*: Forjarea aliajelor de titan. In: HAWKER SIDDLEY TECH Rev. 2, nr. 1/1965, pag. 20 ... 27.

[6] *Bühler, H., Wagner, H.W.*: Deformarea plastică a titanului și aliajelor sale. In: BANDER — BLECHE — ROHRE, nr. 6/1965, pag. 625—630, 667—668, 677—684.

CZ : 621.365.5

Probleme privind consumurile energetice specifice la încălzirea inductivă pentru forjare

Ing. Traian **DUNCA**, ing. Ioan Mircea **BOJIȚĂ** – I.C.S.I.T.P.S.C.M. București

Încălzirea inductivă a semifabricatelor feromagnetice, prin avantajele pe care le oferă a făcut ca numărul și diversitatea instalațiilor specializate să crească tot mai mult. Nu insistăm asupra avantajelor, care, la fel ca și aspectele teoretice și de dimensionare, sînt pe larg tratate în literatura de specialitate, scopul acestei lucrări fiind de a arăta dependența consumului energetic de modul de exploatare.

Într-un inductor format din trei bobine înseriate identice, se introduc semifabricate, care, pe măsură ce avansează prin inductor, se încălzesc astfel încît, la ieșire, au temperatura de prelucrare, cum se arată în figurile 1 și 2.

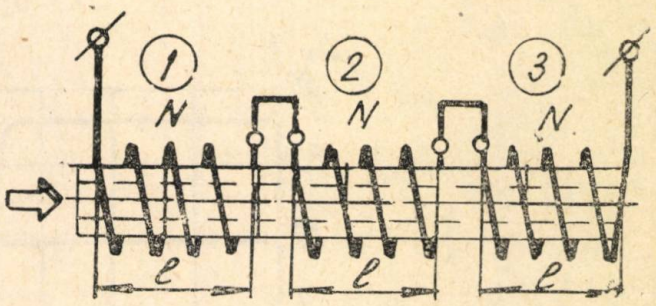


Fig. 1

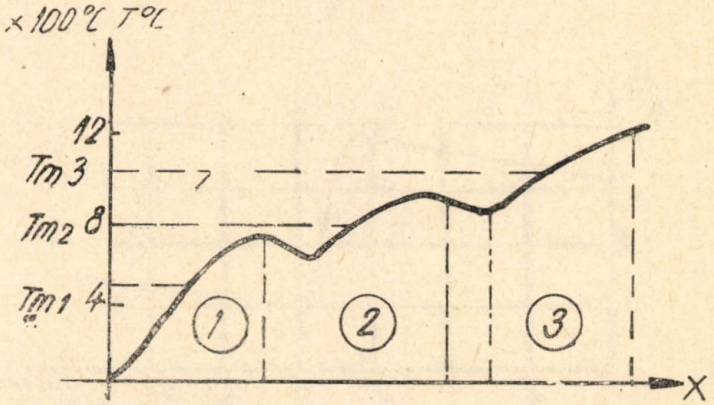


Fig. 2

Puterea specifică introdusă în masa semifabricatului prin suprafața exterioară și care reprezintă componența activă a vectorului Poynting este dată de relația :

$$p_s = \left(\frac{NI}{l}\right)^2 \cdot \frac{1}{503} \cdot \sqrt{\rho \mu_r \cdot f \cdot K_r} \qquad (1)$$

unde :

N — numărul de spire;
I — curentul prin bobine [A];
l — lungimea activă a bobinei [m];
ρ — rezistivitatea oțelului [Ωm];
μ_r — permeabilitatea magnetică relativă;
f — frecvența [Hz];
K_r — factor de multiplicare ce depinde de dimensiuni, material și frecvență.

Se remarcă faptul că, datorită variației temperaturii, se modifică rezistivitatea, permeabilitatea magnetică relativă, deci și valoarea puterii specifice p, care atrage după sine și variația, vitezei de încălzire. În figurile 3, a și 3, b sînt date variațiile cu temperatura a rezistivității, respectiv permeabilității magnetice relative, unde ρ_0 este valoarea rezistivității electrice la temperatura mediului.

La curent constant, puterea specifică este minimă la temperatura Curie, T_c. Variația puterii specifice cu temperatura este dată în figura 4. Este evident că partea cea mai mare din energia utilă este introdusă în metal, în prima bobină, iar cea mai mică în jurul temperaturii Curie.

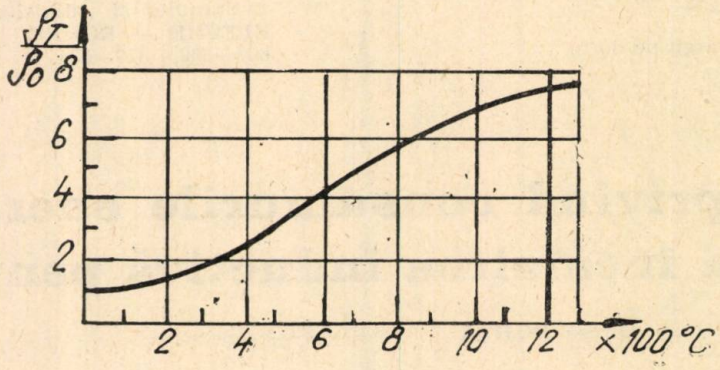


Fig. 3, *a*

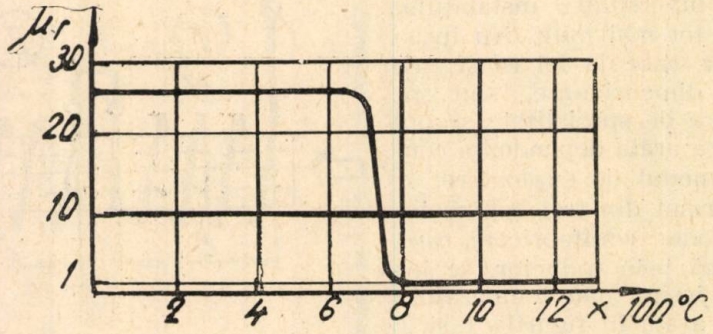


Fig. 3, *b*

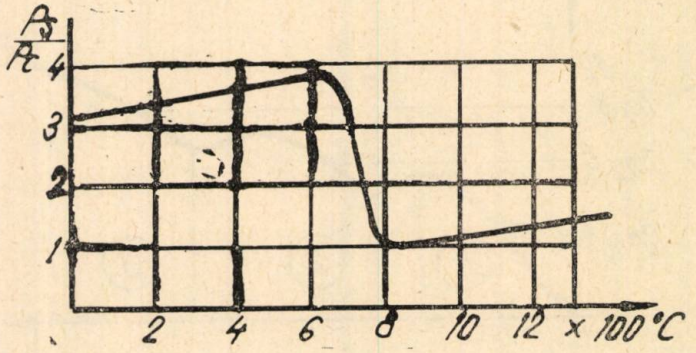


Fig. 4

Relația (1) devine :

$$p_s = A \cdot \sqrt{\rho \mu_r \cdot f \cdot K_r} \qquad (1')$$

$$A = (NI/l)^2 \cdot 1/503$$

Din puterea activă preluată de inductor de la sursa de medie frecvență, numai o parte se regăsește în masa metalului încălzit. Expresia puterii totale P este :

$$P = P_i + P_t + P_r + P_c + P_u \qquad (2)$$

unde :

P_i — pierderile în spirele inductorului;
P_t — pierderile prin conducție termică;
P_r — pierderi prin radiație;
P_c — pierderi prin convecție;
P_u — putere utilă.

Pierderile prin radiație și convecție sînt mici și le neglijăm în continuare. Puterea transmisă în apa de răcire prin izolația termică a inductoarelor este dată de relația :

$$P_t = \sum_i \frac{T_{med.\ i} - T_0}{R_t} \times S = \frac{3(T_c - T_0)}{R_t} \times$$

$$\times S \ [\text{KW}] \qquad (3)$$

$T_{med.\ i}$ - temperaturile medii ale pieselor în bobinele 1, 2 și 3;
T_0 — temperatura mediului de răcire a spirelor;
R_t — rezistența termică a izolației;
S — suprafața interioară a izolației unei bobine.

$$P_u = \frac{M \times Q \times 1{,}163 \times 10^{-3}}{t} \ [\text{KW}] \qquad (4)$$

M — productivitatea orară în [kg/oră];
Q — cantitatea de căldură în [kcal/kg], necesară încălzirii unui kilogram de oțel la temperatura de forjare;
t — timpul în ore.

La un inductor calculat pentru 1250 kg/oră piese tubulare au rezultat :

$$P_u = 315 \text{ KW};$$

$$P_t = 82{,}5 \text{ KW};$$

$$P_1 = 152{,}5 \text{ KW},$$

la productivitatea nominală de 30 piese pe oră.

Din relația (3), se vede că, la o scădere a ritmului de încălzire, pierderile termice rămîn constante, iar din relația (1) se osbervă o creștere a consumului de energie pentru încălzirea a productivității orare :

Trebuie precizate două moduri de scădere a productivității orare :

— prin creșterea duratei tactului de livrare ;

— prin oprirea tactului, trecerea inductorului pe „menținere" și reluarea încălzirii după această pauză de așteptare.

Pentru primul caz, la productivități orare de 1250, 1050 și 840 kg/oră, rezultă energii specifice de 0,436, 0,487 și respectiv 0,516 Kwh/kg, calculate cu relațiile (4) și (5) :

$$P_2 = P_u + P_t \qquad (5)$$

$$P_1 = P_2/\eta_e$$

unde :

P_2 este puterea totală introdusă în semifabricate prin intermediul cîmpului electromagnetic, iar η_e este randamentul electric rezultat din valorile puterilor prezentate anterior, randament care are valoarea de 0,6738. Variația consumului de energie electrică raportat la productivitatea maximă este arătată în curba a din figura 5.

O scădere a ritmului de livrare cu 1/3 duce la o creștere a consumului de energie specifică cu 18 %.

Pentru al doilea caz, fenomenele sînt mai complicate. La trecerea pe așteptare, la o putere mai mică (cca 40 %), scade curentul I și se remarcă (din fig. 4) că piesele reci se vor încălzi, e drept cu viteză mai mică, iar cele calde, de la ieșirea din inductor, se răcesc; toate au tendința de a atinge temperatura Curie. La această valoare, randamentul electric este cel mai mic, iar la o menținere îndelungată este transmisă toată energia în apa de răcire a inductorului. De observat că pierderile prin izolația termică sînt aceleași (din relația 3 și fig. 2).

Măsurările efectuate au arătat că după o pauză de trei minute („așteptare"), s-a putut relua livrarea de piese calde după încă 7 minute. Deci, cu o pauză, într-o oră se diminuează productivitatea cu 5 bucăți, iar la două „așteptări" productivitatea scade la 20 bucăți/oră.

La aceleași productivități ca și pentru primul caz se determină energia specifică cu relația :

$$W = \frac{P_n \times t_t}{60} + \frac{P_a \times t_a}{60} + \frac{P_b \times t_b}{60} \qquad (6)$$

unde :

W — energia preluată de inductor într-o oră;
P_n — puterea nominală de 550 KW;
t_t — timpul în care instalația livrează piese calde în tact în minute;
P_a — puterea de „așteptare";
t_a — timpul de așteptare, în minute;
P_b — puterea de reluare a încălzirii care a fost de 475 KW;
t_b — timpul dintre sfîrșitul așteptării și momentul livrării de piese calde, în minute.

Valorile obținute sînt date în curba din figura 5.

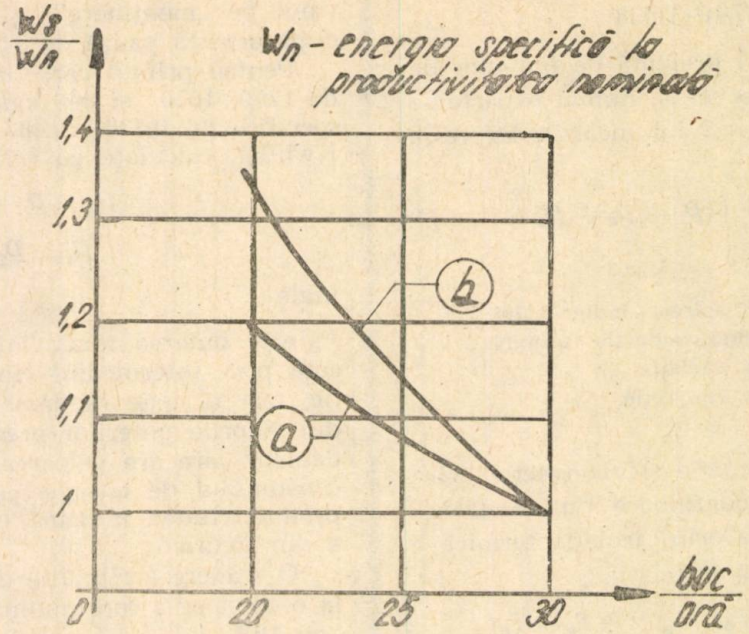


Fig. 5

Concluzii

Consumul minim de energie se obține cînd instalația funcționează la capacitatea nominală.

În cazurile în care intervine necesitatea de a opri livrarea de piese calde, se recomandă întreruperea tensiunii la bornele inductorului.

Într-o exploatare haotică, neraţională, a instalaţiilor, consumul de energie crește substanțial și nejustificat.

La alegerea unui echipament de încălzire prin curenți de inducție, trebuie să se analizeze productivitatea orară în acord cu tehnologia de deformare. În cazul prezentat, măsurările efectuate au evidențiat faptul că energia electrică necesară încălzirii a reprezentat ponderea cea mai mare din energia totală consumată de echipamentul de încălzire împreună cu presa.

Se impune mecanizarea transportului semifabricatelor la și de la instalație, pentru a reduce intervenția factorului uman.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Sluhoțkii, A.E., Rîskin, S.E.:* Inductoare pentru încălzire electrică E.T., 1982.

[2] *Popa, B., Vintilă, Constanța:* Transfer de căldură în procesele industriale, Ed. Dacia, 1975.

[3] *Comșa, D.:* Utilizări ale energiei electrice. EDP, 1973.

[4] *Devies, J., Simson, P.:* Induction Heating handbook, McGrawHill 1979.

[5] *Hütte:* Manualul inginerului, vol. I, 1945.

CZ : 621.944

Tehnologie de laminare a inelelor profilate pe laminor orizontal

Dr. ing. Mihai PRIDVORNIC – I.C.S.I.T.P.S.C.M. — București

Dr. ing. Francisc LAMMERT – Întreprinderea de Vagoane Arad

Inelul labirint este un reper utilizat în construcția de vagoane, avînd rolul de lagăr al osiei vagonului în cadrul cu rulmenți (fig. 1, a). În prezent acest reper se execută printr-o tehnologie matrițare verticală pornindu-se de la o țagla patrată cu secțiunea de 120×120 mm (fig. 1, b).

Principala deficiență a tehnologiei aplicate constă în indicele redus de utilizare a metalului (0,26), ceea ce conduce la o pierdere de metal de circa 75%, sub formă de deșeuri și șpan. Această deficiență a impus necesitatea unei tehnologii superioare sub raportul utilizării metalului. Au fost analizate mai multe va-

Tabelul 1

Masa piesei finite G_f [Kg/buc.]	Varianta I Matriţare verticală pe cioc. matriţelor de 3 To		Varianta II Matriţare orizontală pe M.F.O.-1"		Varianta III Matriţare laminare pe linie Wagner		Varianta IV Laminare din ţeavă	
	G_{pm} [kg/buc.]	K	G_{pm} [kg/buc.]	K	G_{pm} [kg/buc.]	K	G_{pm} [kg/buc.]	K
3,5	13,3	0,260	5	0,7	0,4	0,37	5	0,7

riante ale căror concluzii sînt prezentate în tabelul 1. Se observă că din cele 4 variante cercetate [1], variantele II şi IV realizează indicele maxim de utilizare a metalului de 0,7.

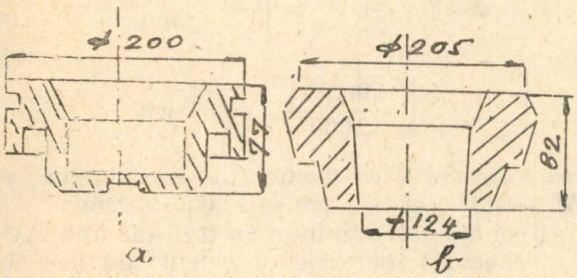


Fig. 1

Dintre aceste două variante s-a optat pentru varianta LV, respectiv tehnologia de laminare din ţeavă, întrucît Intreprinderea de Vagoane are în dotare un laminor orizontal avînd disponibil de timp pentru preluarea laminării cantităţilor de bucşe solicitate.

Schema tehnologică de laminare (epura secţiunilor) este redată în figura 2.

Pentru determinarea secţiunii (formei) semifabricatului de pornire, au fost efectuate experimentări de laminare utilizîndu-se semifabricate de formă — tip coroană — cu dimensiunile cuprinse între D=160 mm, d=95 mm, H=50 mm şi D=203 mm, d=103 mm, H=70 mm, ultima dimensiune rezultînd ca fiind optimă.

Din elementele care intră în compunerea sculelor pentru laminarea inelului labirint, cel mai solicitat este dornul de laminare. Forma şi schema de solicitare este redată în figura 3.

Conform acestei scheme, verificarea dornului s-a efectuat pentru solicitarea la încovoiere, utilizîndu-se următoarele ipoteze :

— asimilarea dornului cu o grindă încastrată la un capăt şi liberă la celălalt;

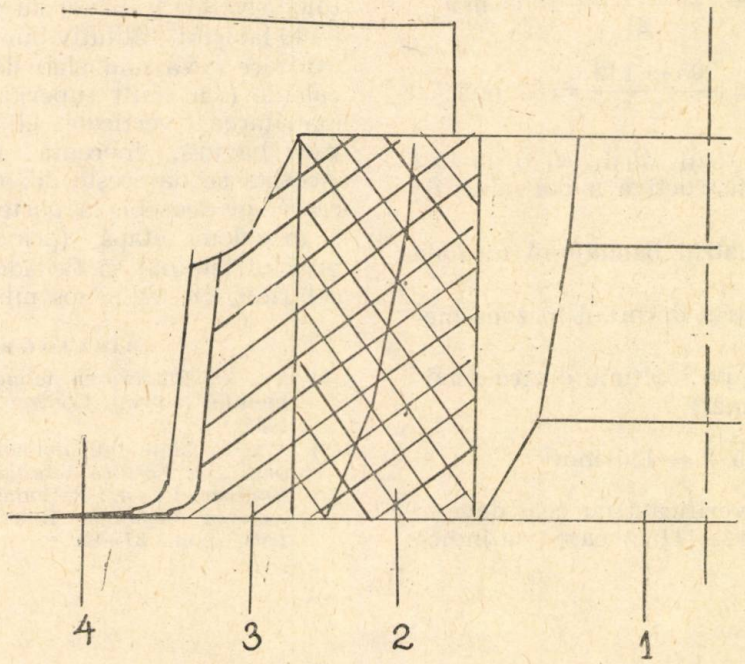


Fig. 2

— forța de laminare se consideră o sarcină concentrată aplicată la 1/2 din înălțimea liberă a dornului.

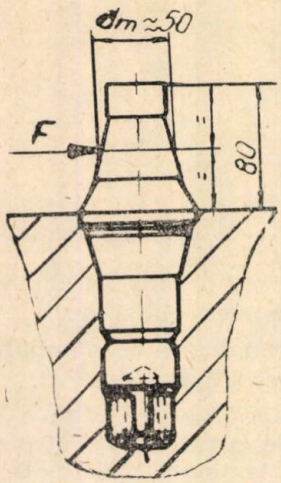


Fig. 3

Forța de laminare se calculează din relația [2] :

$$F = S_c \cdot P_m \ [\text{tf}],$$

în care S_c = suprafața de contact semifabricat-dorn care pentru cilindri de laminare cu raze diferite se calculează cu relația :

$$S_c = \frac{b+B}{2} \sqrt{\frac{2R_{k1} \cdot R_{k2}}{R_{k1}+R_{k2}} \cdot \Delta h} \ [\text{mm}^2]$$

în care :

$$B = \frac{D_{s\,III} - d_{s\,III}}{2} = \frac{175{,}4 - 65}{2} = 55 \text{ mm}$$

$$b = \frac{D_{1\,III} - d_{1\,III}}{2} = \frac{105 - 142}{2} = 32 \text{ mm}.$$

(valorile pentru $D_{s\,III}$, $d_{s\,III}$, $D_{1\,III}$, $d_{1\,III}$ au fost deduse din forma constructivă a dornului de laminare).

$2R_{k1} = 520$ mm (diametrul bandajului în zona medie de contact)

$2R_{k2} = 50$ mm (diametrul dornului în zona medie de contact)

$h = 2$ mm (diferența pe înălțime dintre semifabricat și inel laminat)

$$S_c = 44\sqrt{44{,}5 \cdot 2} = 420 \text{ mm}^2$$

Valoarea poate fi verificată cu cele date în literatura de specialitate [1] în care se indică valoarea suprafeței de contact 0,01 ... 0,7 S_t (în care S_t = suprafața laterală totală a semifabricatului) deci:

$$S_c = (0{,}01—0{,}07) \cdot 50000 = 5000—3500 \text{ mm}^2$$

(adoptăm acoperitor 500 mm^2).

Considerăm că presiunea de laminare este de $p_n = 10$ kgf/mm^2, rezultă că forța de laminare care solicită dornul este :

$$F = S_c = p_n = 500 \times 10 = 5000 \text{ kgf} = 5 \text{ tf}.$$

Avînd în vedere oțelul pentru dorn (W 85), rezistența admisibilă se adoptă $\sigma_{ai} = 1000$ kgf/cm^2 [3].

Verificarea diametrului dornului se face utilizînd relația:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_i}{\sigma_{ai}}} = \sqrt[3]{\frac{10 \times 20000}{1000}} =$$

$$\sqrt[3]{\frac{200.000}{1000}} = 5{,}85 \text{ cm}.$$

S-a considerat că momentul încovoietor este M_i=5000 kgf × 4 cm = 20.000 kgfcm.

Deci diametrul minim va fi d=58 mm. Avînd în vedere că ipotezele de calcul au fost alese pentru cele mai grele condiții (sarcina este concentrată și aplicată la 1/2 de baza lungimii dornului adică 80/2 = 40 mm) și că laminarea are loc succesiv și nu simultan, pentru întreaga reducere în grosime (B—b), se apreciază că diametrul mediu al dornului va rezista în timpul procesului de laminare.

Experimentările efectuate pe lotul prototip (inclusiv S.D.V.-urile) au permis realizarea de inele labirint, calitativ bune, dar cu un indice de utilizare ceva mai slab decît cel rezultat din calcule (dar mult superior celui rezultat prin matrițarea verticală, eliminîndu-se pierderea prin bavură, inerentă matrițării verticale). Aceasta se datorește adaosului mare de prelucrare, în deosebi, la partea exterioară, urmînd ca în a doua etapă (principiul fiind verificat) profilul laminat să fie adus cît mai aproape de cel finit, cu un adaos minim de prelucrare.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x : Elaborarea tehnologiei de execuție a inelului labirint. Contract de cercetare nr. 20174/1985.

[2] x x x : Manualul inginerului metalurg vol. II, pag. 210. Editura tehnică, București, 1978.

[3] *Bunescu, V. ș.a.* : Raționalizarea calculelor în proiectarea mașinilor. Editura Tehnică, București, 1965, pag. 87—88.

CZ : 621.73 : 669.16

Influența forjării asupra tenacității oțelului carbon, normalizat și îmbunătățit

Ing. Macsimilian **BĂLTĂNOIU** — I.C.S.I.T. „Electroputere" Craiova

Lucrarea prezintă sinteza unei cercetări efectuate, în cadrul preocupărilor pentru utilizarea cît mai judicioasă a oțelurilor.

Experimentările s-au referit la oțel carbon de calitate OLC 45, STAS 880-80, în stare de livrare (bare laminate) și după forjare, cu grade de deformare diferite. Probele au fost tratate termic și anume normalizate și îmbunătățite.

Programul încercărilor a fost următorul :

— determinarea durității Brinell și Vickers;

— încercarea la încovoiere prin șoc pe epruvete tip Mesnager, ISO și Charpy, V, la temperaturile +20, —20 și —35°C :

— determinarea contracției transversale specifice (T) la epruvetele rupte la încercarea de încovoiere prin șoc ;

— analiza structurală.

După forjare și tratamentul termic aplicat, probele au fost selectate pe baza durității și analizei structurale, cercetarea efectuîndu-se pe piese din producția curentă.

Probele din OLC 45 au fost prelevate din piese forjate cu grad de deformare de 3,06 și 1,965.

Pentru caracterizarea statică a oțelului, în figura 1 se prezintă valoarea durității Brinell (HB 2,5/187,5/15) și a durității Vickers (HV 30/15) a probelor analizate.

Duritatea s-a făcut după două diametre perpendiculare între ele, în secțiunea transversală.

După cum rezultă din figura 1, valoarea durităților este în funcție, în primul rînd, de modul cum s-a realizat tratamentul termic. La unele probe dispersia valorilor durității este acceptabilă $\left(10—13\frac{daN}{mm^2}\right)$, însă există și cazuri cu dispersii mai mari între o metodă și alta pentru determinarea durității, ceea ce atestă o neomogenitate mai pronunțată a materialului. În această privință determinarea durității după metoda Vickers evidențiază mai bine acest fenomen.

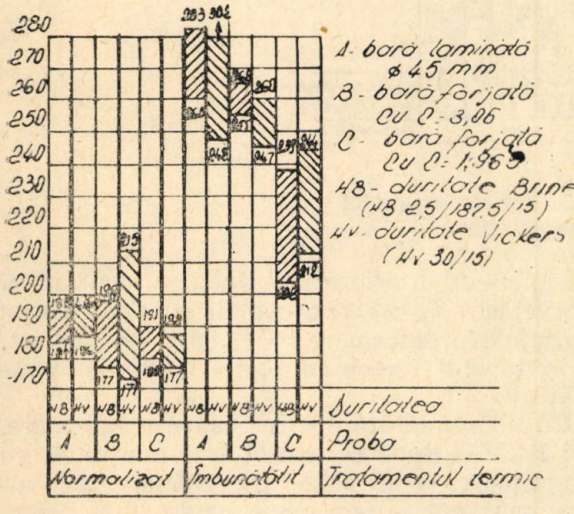


Fig. 1 Variația durității la probe.

În toate cazurile, după tratamentul termic de îmbunătățire rezultă valori superioare ale durităților, în comparație cu cele rezultate după normalizare.

Pentru cercetarea tenacității oțelului în stările arătate, au fost executate epruvete cu crestătură, din zona centrală și de la marginea probelor, după cum urmează :

— epruvete Mesnager cu crestătura în „U" și cu adîncimea de 2 mm ;

— epruvete ISO cu crestătura în „U" și adîncimea de 5 mm ;

— epruvete Charpy V cu crestătura în „V".

Epruvetele cu crestătură în „U" și „V" au fost încercate la temperaturile de 20, —20 și —35°C.

Bara în starea de livrare a avut diametrul de 45 mm. Bara forjată, cu grad de deformare $c = 3,06$, a avut diametrul de 40 mm, iar aceea forjată la gradul de deformare $c = 1,965$ a avut dimensiunile $50 \times 50 \times 150$ mm.

În figura 2 se prezintă variația valorilor rezilienților obținute pe epruvetele prelevate

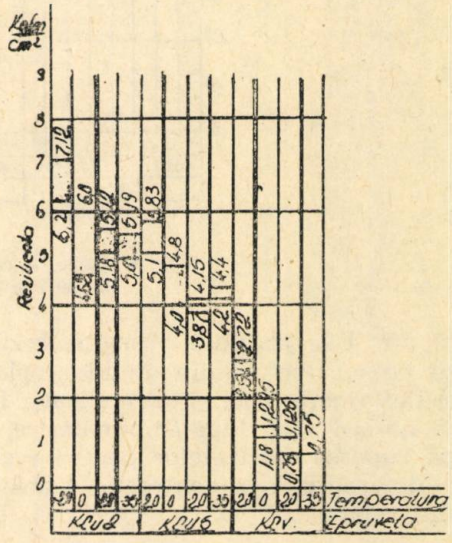


Fig. 2 Variația rezilienței pentru probele laminate și normalizate.

din bara de oțel în starea de livrare, după tratamentul termic de normalizare, iar în figura 3 — după tratamentul de îmbunătățire.

unde :

b = lățimea epruvetei inițiale ;
b_1 = lățimea epruvetei în secțiunea de rupere.

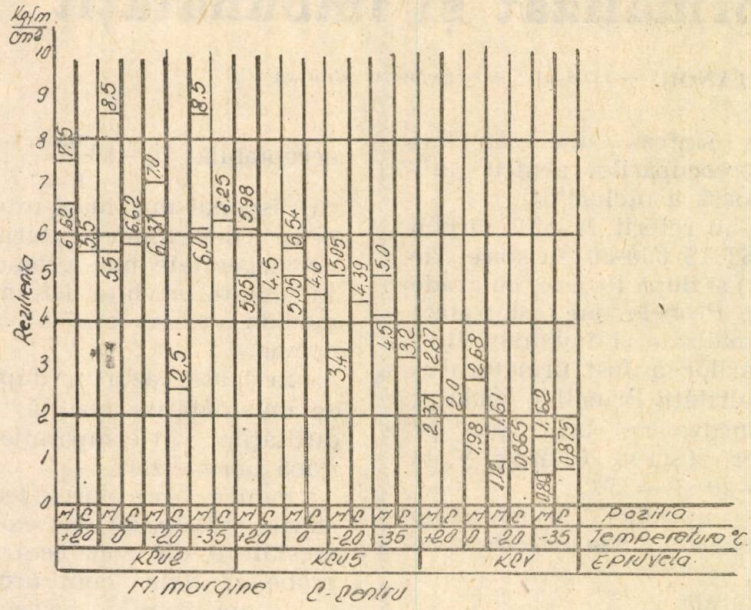


Fig. 3 Variația rezilienței pentru probele laminate și îmbunătățite.

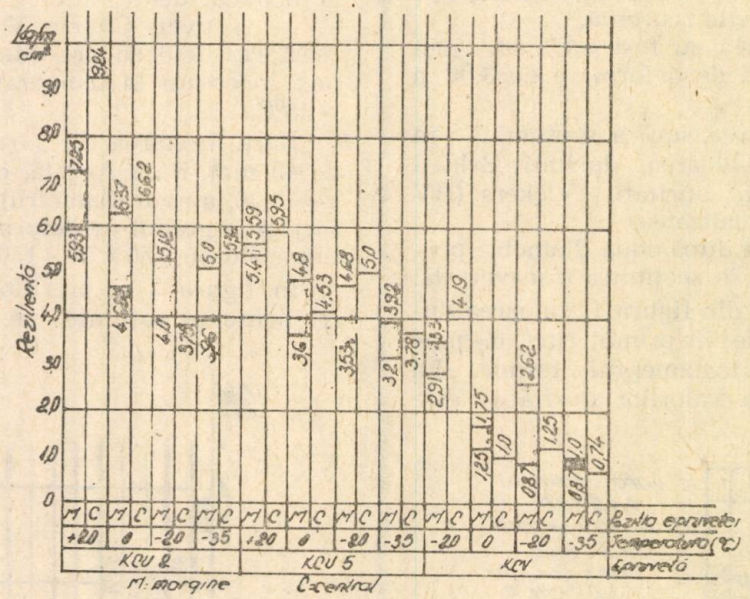


Fig. 4 Variația rezilienței la probele forjate cu gradul de deformare c = 3,06 și normalizate.

În figura 4 se prezintă variația rezilienței obținute pe epruvetele din oțelul forjat, cu grad de deformare 3,06, și normalizat, iar în figura 5 același oțel după îmbunătățire.

După ruperea epruvetelor pentru reziliență a fost determinată și contracția transversală (T) prin relația:

$$T = \frac{b - b_1}{b} \ 100 \quad [\%]$$

În tabelul 1 se prezintă valoarea contracției transversale T [%] la epruvetele din oțelul forjat la gradul de deformare c = 3,06 și normalizat, iar în tabelul 2, pentru același oțel însă îmbunătățit.

Cu cît numărătorul are valoare mai mare, deci lățimea după rupere b_1 este mai mică, cu atît valoarea contracției transversale are valoare mai mare, care corespunde unei deformări mai pronunțate la rupere, respectiv ma-

terialul este tenace. Rupererea fragilă se constată la epruvetele la care $T=0$, adică $b = b_1$, ruperea nefiind însoțită de nici o deformare. De asemenea valorile mici ale contracției T indică o rupere fragilă.

Comportarea la încovoiere prin șoc a epruvetelor prelevate din proba forjată, cu grad de deformare $c = 1{,}965$, se prezintă în figura 6, în cazul oțelului normalizat, iar figura 7 — pentru oțelul îmbunătățit.

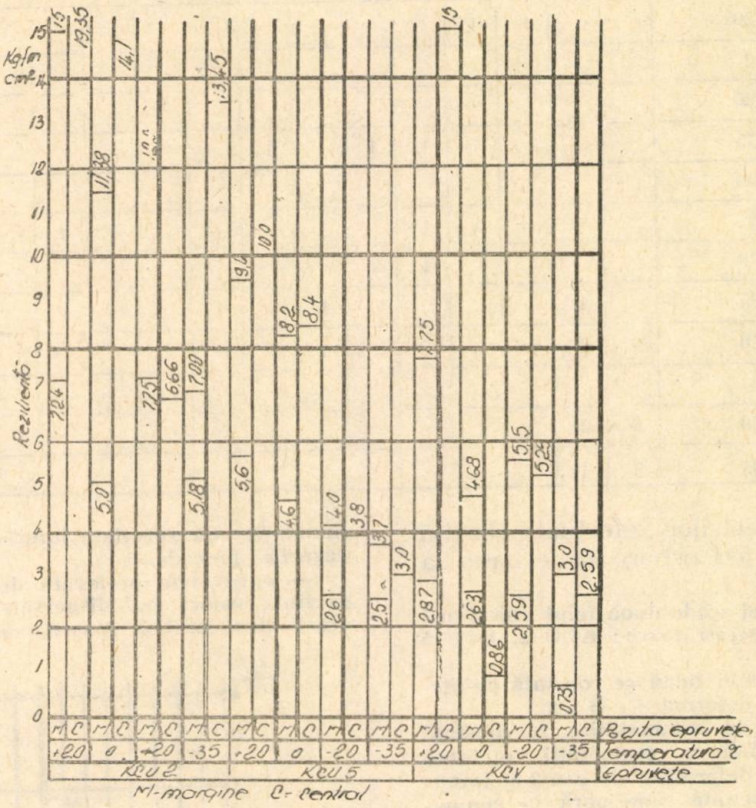


Fig. 5 Variația rezilienței la probele forjate cu gradul de deformare c = 3,06 și îmbunătățite.

Valoarea contracției transversale specifice pe epruveta din oțel forjat cu c = 3,06 și normalizat

Tabelul 1

Epruveta	Temp. de încerc.	Variația T (%)											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
KCU 2	+20						1		1	1			
	0			1	1	1							
	—20				1			2					
	—35		1				3						
KCU 5	+20												
	0		1	2		1							
	—20			2									
	—35												
KC 4	+20		4										
	0	2	1										
	—20	2	2										
	—35	3	1										

Valoarea contracției transversale specifice pe epruvete din oțel forjat cu $c = 3{,}06$ și normalizat

Tabelul 2

Epruveta	Temp. de încercare	Valoarea T %																	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
KCU 2	+20			1	1										1				
	0																		
	—20																		
	—35				1	1	1		1										
KCU 5	+20								1			1	1						1
	0				1	1						1	1						
	—20					1	2									1			
	—35		1					1		1			1						
KCU	+20		2					1	1										
	0																		
	—20	2	2																
	—35	3	1																

Ca urmare a cercetărilor efectuate rezultă următoarele **concluzii** cu privire la testarea la fragilitate a oțelului:

— valoarea rezilienței scade după felul crestăturii și anume în ordinea descrescătoare: KCU 2, KCU 5 și KCV;

— comportarea cea mai bună se constată pe oțelul forjat și cu grad de deformare $c = 3{,}06$;

— după tratamentul de îmbunătățire, se constată o îmbunătățire substanțială a tenacității oțelului. Forjarea la un grad de deformare de $c = 3$ și îmbunătățirea asigură o tenacitate superioară în comparație cu forjarea cu un grad de deformare de $c = 2{,}0$. Se înțelege că oțelul numai în stare laminată și îmbunătățit dă rezultate inferioare în comparație cu cazurile precedente

— epruvetele prelevate de la marginea probei prezintă valori mai dispersate, în comparație cu cele din centrul probei. Aceasta se explică prin neomogenitatea structurală, ca urmare a tratamentului termic, evidențiată la marginea probei, în comparație cu miezul probei neinfluențat de acest tratament;

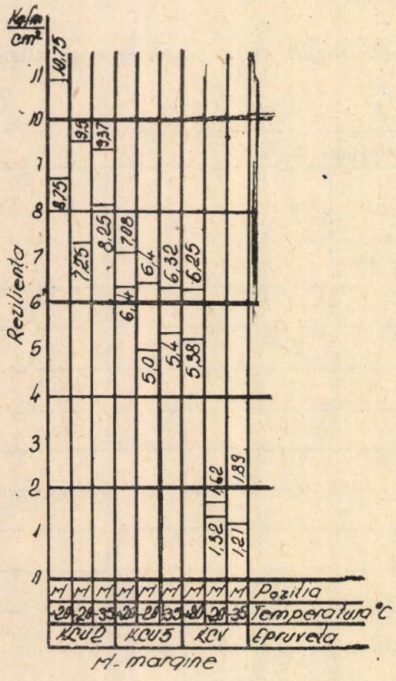


Fig. 6 Variația rezilienței la probele forjate cu gradul de deformare $c = 1{,}965$ și normalizate.

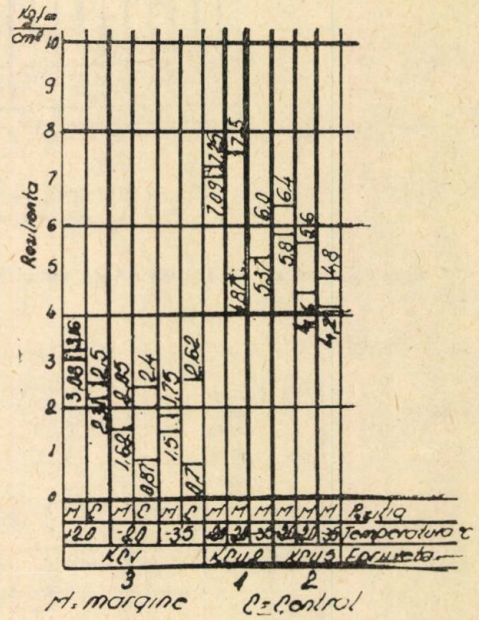


Fig. 7 Variația rezilienței la probele forjate cu gradul de deformare $c = 1{,}965$ și îmbunătățite.

— oțelul se comportă, în general, necorespunzător în ceea ce privește reziliența pe epruvete cu crestătură în „V", ceea ce atestă lipsa capacității oțelului de a frîna propagarea unei fisuri deja amorsate;

— testarea efectuată pe epruvete cu crestătura în „U", atît Mesnager cît și ISO, atestă o bună comportare pînă la temperatura de —35°C cu grad de deformare $c = 3$ și apoi îmbunătățite.

CZ : 621.983

Cercetări experimentale privind influența formei secțiunii transversale și a razei de racordare a poansonului asupra forței necesare execuției prin imprimare la rece a matrițelor din oțeluri Rul 1 și Rp 5

Șef lucr. ing. Alexandru **POPA** – Universitatea Brașov

Imprimarea la rece, ca metodă de execuție a matrițelor utilizate pe mașinile tip AMP pentru obținerea prin deformare plastică la cald sau la rece a piuliților și șuruburilor, a înlocuit în ultimul timp metodele consacrate (așchiere sau electroeroziune), prin care se executau de regulă matrițele de dimensiuni relativ mici și, mai mult, s-a extins chiar la realizarea unor matrițe de dimensiuni apreciabile [3], utilizate la matrițarea unor piese simple pe ciocane sau pe maxiprese, datorită unei tehnologii mult mai puțin costisitoare.

Calitatea matrițelor realizate prin imprimare la rece, depinde de o serie de parametri care intervin în procesul tehnologic, dintre care mai importanți sînt : calitatea materialului utilizat pentru matriță, calitatea sculei de imprimare la rece, lubrifiantul tehnologic utilizat în procesul de imprimare, raportul de imprimare, viteza de imprimare etc.

După cum se cunoaște [1, 2, 4], creșterea vitezei de imprimare conduce la o ecruisare mai intensă a semifabricatului supus imprimării la rece factor ce determină limitarea metodei (în cazul vitezelor mai mari de 0,1 mm/sec.) la execuția matrițelor de complexitate și adîncimi ale gravurii mici.

Avînd în vedere faptul că în literatura de specialitate sînt puține date referitoare la influența diferiților factori care intervin în procesul de imprimare la rece, autorul a efectuat o serie de încercări experimentale pentru a determina măsura în care forma secțiunii transversale și raza poansonului influențează asupra mărimii forței necesare imprimării.

Încercările experimentale au fost efectuate pe epruvete recoapte din Rul 1 și Rp 5 de formă cilindrică avînd dimensiunile $\varnothing$ 40 × 40. iar poansoanele au fost executate din oțel rapid Rp 3, tratate termic la 63—65 HRC.

Suprafețele active ale poansonului, după ce au fost lustruite, au fost cuprate și lubrifiate cu bisulfură de molibden (molicot) iar suprafața activă (pe care s-a făcut imprimarea) a epruvetelor a fost rectificată la $R_a = 0{,}4$ și apoi cuprată.

Operația de imprimare la rece s-a efectuat pe o presă hidraulică de 12,5 MN, de tip Sach-Kisselbach, menținîndu-se tot timpul o viteză de imprimare constantă ($v = 0{,}1$ mm/sec.).

Imprimările s-au făcut pînă la un raport de imprimare (s_p/d_p) de 1, înregistrîndu-se variația forței dezvoltată de presă.

Pentru a determina în ce măsură forma secțiunii poansonului influențează asupra forței necesare imprimării, poansoanele cu care s-au făcut experimentările au avut secțiunile transversale rotundă, hexagonală, pătrată și triunghiulară (fig. 1), iar pentru a determina influența razei de racordare a poansonului asupra aceluiași parametru al procesului, s-au făcut încercări cu poansoane avînd razele de 1, 2, 3, 4, 5 și 5, 65 (fig. 2).

Pe baza datelor experimentale obținute s-au construit o serie de diagrame care indică variația forței de imprimare funcție de elementele constructive ale poansonului.

Din diagramele prezentate în figurile 3 și 4, se poate aprecia că forma seținii transversale a poansonului de imprimare are o influență semnificativă asupra forței necesare executării matrițelor prin imprimare la rece. Astfel, cu cît forma poansonului se apropie mai mult de cea circulară, forța necesară im-

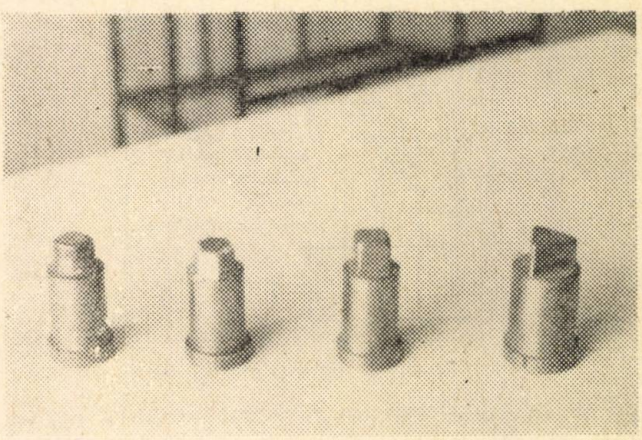


Fig. 1 Poansoane de imprimare cu diferite forme ale secțiunii transversale.

primării se reduce mai mult și invers. Această concluzie este valabilă indiferent de calitatea materialului din care se execută matrița.

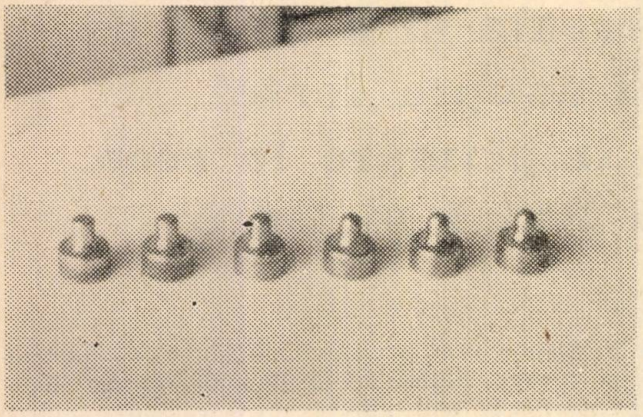


Fig. 2 Poansoane de imprimare cu diferite raze de racordare.

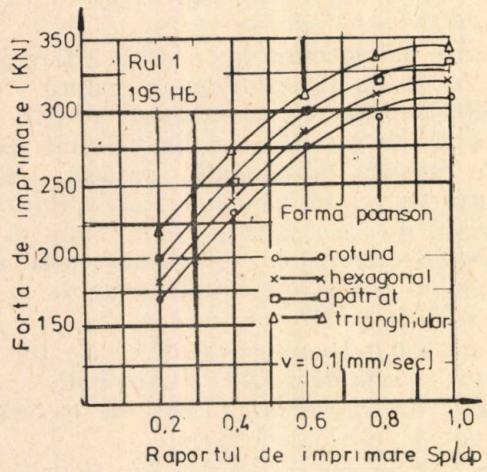


Fig. 3 Influența formei secțiunii transversale a poansonului și a raportului de imprimare asupra forței necesare imprimării la rece în oțelul RUL 1.

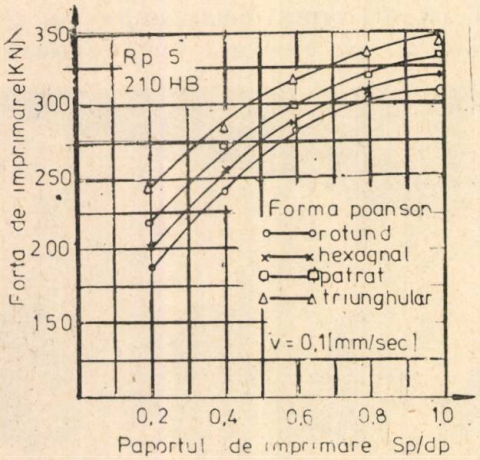


Fig. 4 Influența formei secțiunii transversale a poansonului și a raportului de imprimare asupra forței necesare imprimării la rece în oțelul Rp 5.

În figura 5 se prezintă un set din poansoanele utilizate pentru studiul influenței razei de racordare asupra forței de imprimare și epru-

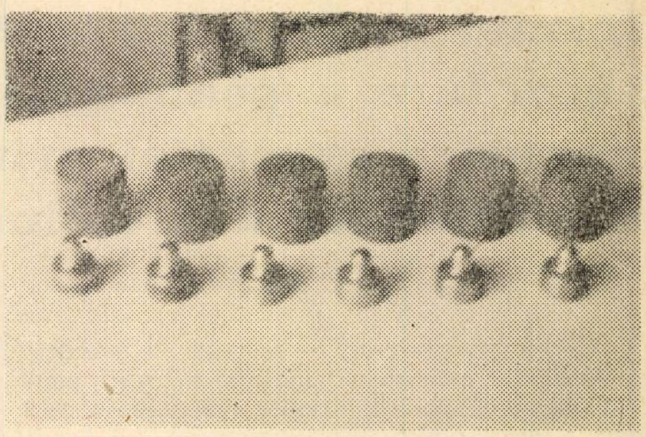


Fig. 5 Epruvete și poansoane cu diferite raze de racordare.

vetele pe care s-au făcut încercările. Rezultatele obținute au fost prelucrate și pe baza lor s-au construit diagramele din figurile 6 și 7. Din studierea lor, se poate trage concluzia că raza de racordare are o influență foarte mare asupra mărimii forței de imprimare la rece. Astfel, cu cît raza de racordare este mai mare, cu atît forța necesară imprimării se micșorează și invers.

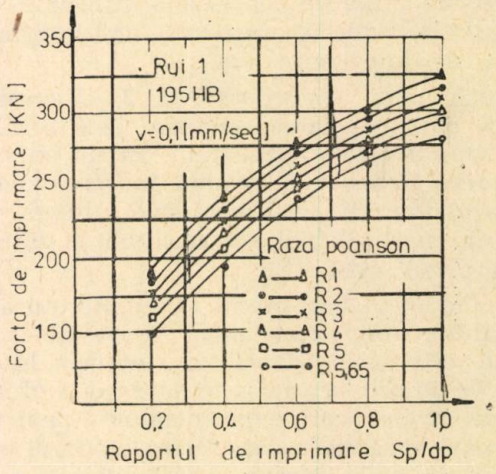


Fig. 6 Influența razei de racordare a poansonului și a raportului de imprimare asupra forței necesare imprimării la rece în oțelul Rul 1.

Ținînd seama de faptul că, în cazul imprimării la rece, poansoanele utilizate nu pot fi încărcate la tensiuni mai mari de 3000 N/mm^2, fără a apărea pericolul fisurării lor, se observă din diagramele construite că, în cazul oțelului Rul 1, se pot efectua imprimări care să depășească un raport de imprimare de 0,8, numai dacă raza poansonului este mai mare de 2 mm.

Din diagrama 7, se observă că, în cazul oțelului Rp 5, pentru a atinge un raport de imprimare de 0,8, raza poansonului trebuie să fie de cel puțin 3 mm, ceea ce indică faptul că în acest oțel intensitatea ecruisării în procesul imprimării este mai mare față de oțelul Rul 1.

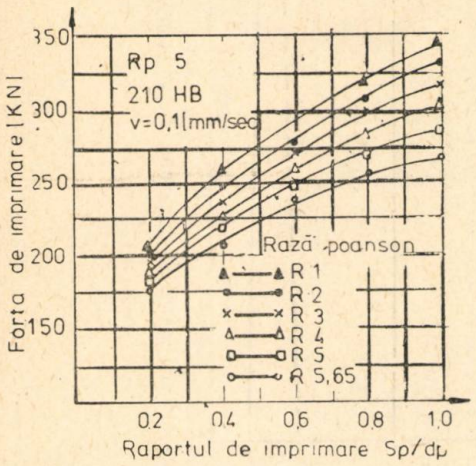


Fig. 7 Influența razei de racordare a poansonului și a raportului de imprimare asupra forței necesare imprimării la rece în oțelul Rp 5

Din rezultatele obținute se poate trage concluzia că, în cazul execuției matrițelor ce necesită rapoarte mari de imprimare, trebuie simplificată cît mai mult posibil forma secțiunii transversale a poansonului, iar raza de racordare dintre fața frontală și peretele poansonului să fie cît mai mare, pentru a asigura o curgere mai ușoară a metalului în timpul imprimării; aceștia sînt factori ce conduc la reducerea intensității ecruisării și implicit a forței necesare execuției gravurii matriței.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Popa, A.:* Influența vitezei de imprimare asupra forței necesare la imprimarea la rece a matrițelor. Construcția de mașini, nr. 3, 1985.

[2] *Munteanu, A., Popa, A.:* Influența vitezei de deformare asupra structurii și caracteristicilor oțelului Mo C N la imprimarea la rece a matrițelor. Vol. II TUDP — Brașov, 1983.

[3] *Popa, A., Munteanu, A., Ciobanu, I.:* Încercări experimentale privind imprimarea la rece a matrițelor din oțel Mo CN 15 STAS 3611-80 pentru ciocanele matrițoare. Vol. II, TUDP — Brașov, 1983.

[4] *Sieber, K.:* Noutăți în practica deformării la rece. Düseldorf Draht Fach zeitscizt aus 1968.

CZ : 621.365.5

Încălzirea zonală prin inducție a unor piese cu secțiune variabilă

Ing. Gavrilă **SIPOȘ**, ing. Paul **CARVACI** – I.C.S.I.T.P.S.C.M. — București

Încălzirea prin inducție se bazează pe pătrunderea energiei electromagnetice într-un conductor masiv situat în cîmpul magnetic variabil în timp al unei bobine (inductor). Încălzirea conductorului masiv (piesei) se produce prin efectul Joule-Lenz al curenților turbionari induși.

Datorită multiplelor sale avantaje, în vederea încălzirii zonale a pieselor din oțel care fac obiectul prezentei lucrări, procedeul a fost preferat încălzirii cu gaz metan cum se făcea anterior.

Zona de încălzit a pieselor la care ne referim se poate echivala cu o țeavă, cu grosimea peretelui variabilă de-alungul zonei de încălzit, raportul dintre grosimea maximă și minimă cuprins între 2 și 2,5 (fig. 1). Datele orientative ale semifabricatelor sînt următoarele :

— grosimea minimă a peretelui $S_{min} = 9 . 12$ mm ;

— diametrul exterior maxim al pieselor $D_{eM} = 80 \ldots 160$ mm ;

— lungimea de încălzire $H_{inc} = 150 \ldots 300$ mm ;

în funcție de piesă

— lungimea maximă a piesei : 700 mm.

Condițiile cerute instalației sînt următoarele :

1 — să permită alimentarea, evacuarea și transferul la utilajul de prelucrare mecanizată, iar transferul prin inductor în timpul încălzirii să se facă automat ;

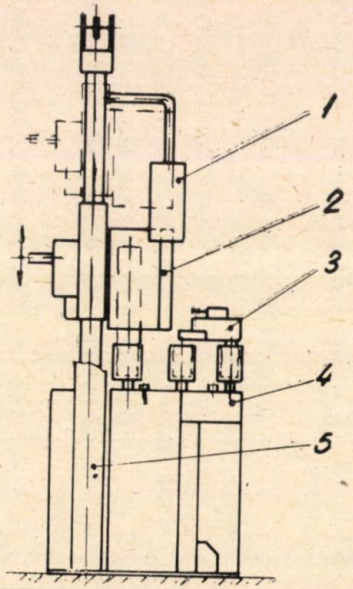
2 — livrarea pieselor să se poată face în tact reglabil, între 35 . . . 70 piese pe oră, în funcție de utilajul de prelucrat (presa de matrițare);

3 — temperatura de încălzire să fie reglabilă, între 950 și 1150°C, uniformă în toată grosimea peretelui și de-alungul zonei de încălzit (conform fig. 1) ;

4 — diferența de temperatură între două puncte diametral opuse să fie de maximum 25°C ;

5 — zona de trecere între partea încălzită și cea neîncălzită să fie cuprinsă între 50 . . . 60 mm.

Pentru satisfacerea condițiilor de mai sus am adoptat următoarea soluție constructivă conform figurii 2.



LEGENDA

1. - Cutie comandă
2. - Inductor
3. - Hinci mecanice
4. - Platou turnant
5. - Suport fix inductor

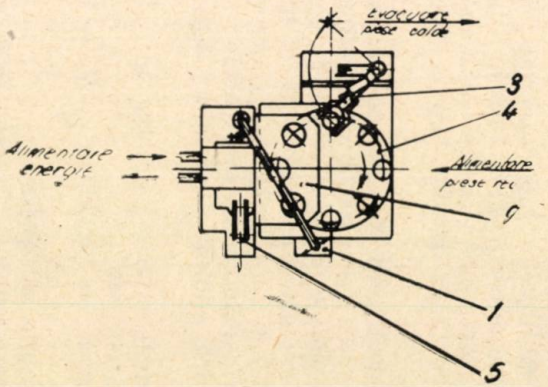


Fig. 2 Părţile principale ale instalaţiei

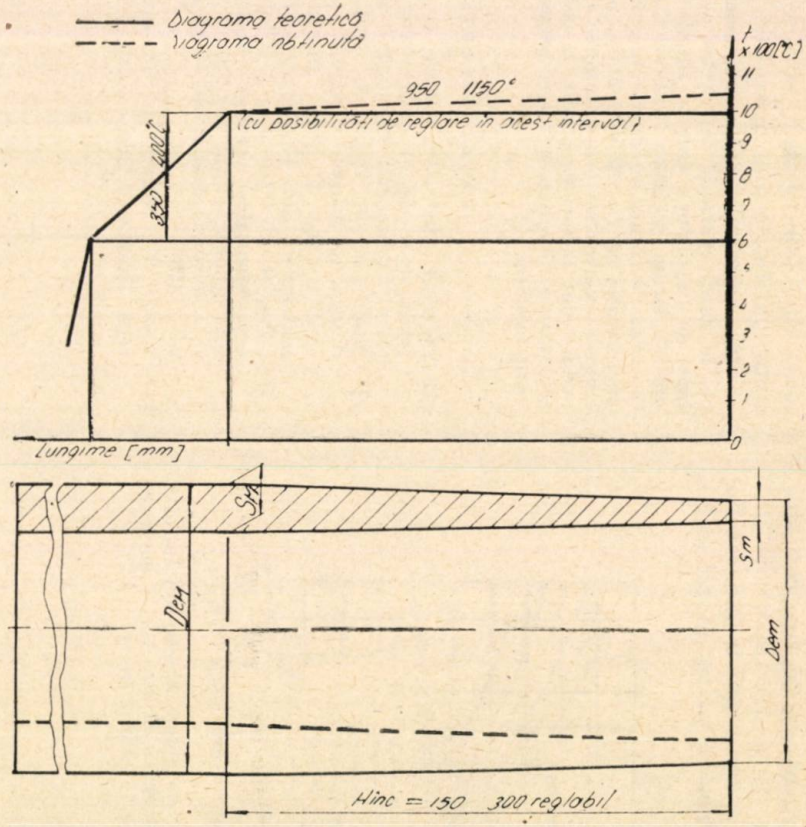


Fig. 1 Configuraţia piesei şi diagrama de temperatura de încălzire.

Piesele se așează în poziție verticală, în pahare, pe un platou turnant cu 8 posturi, care se rotește în tact reglabil printr-un releu de timp.

Dintre cele 8 posturi, un post este utilizat la încărcare, trei posturi pentru încălzire, un post pentru descărcare, iar celelalte sînt neocupate.

Poziția verticală a pieselor a fost adoptată pentru a permite o centrare cît mai bună a pieselor în inductor, în timpul încălzirii.

Inductorul cu trei posturi de încălzire este montat pe un suport ce se poate mișca în sus și în jos, acționat printr-o cremalieră, cursa fiind reglabilă în vederea ajustării lungimii de încălzire și în funcție de lungimea piesei.

Evacuarea pieselor de pe platou se face de către o mînă mecanică acționată pneumatic. Ciclul de lucru al mîinii mecanice este următorul : strînge piesa într-un clește, o ridică peste marginea de sus a paharului, rotește brațul cu 90°, coboară și eliberează piesa. După eliberarea piesei, brațul se ridică permițînd trecerea peste piesă, revine în poziția inițială și coboară. Durata ciclului de evacuare nu depășește 25 ... 30 secunde, în funcție de greutatea piesei.

Ciclul de mișcare al platoului turnant, al inductorului și mîinii mecanice se desfășoară în întregime automatizat, cu interblocările necesare, într-un tact reglabil printr-un releu de timp. Schema de comandă este concepută astfel încît, după terminarea ciclului de încălzire, inductorul nu se ridică decît dacă sînt îndeplinite condițiile de preluare de către utilajul de prelucrare. În acest fel, răcirea și oxidarea piesei sînt mult mai reduse permițînd menținerea caldă a piesei circa 5 minute, în cazul unor defecțiuni de scurtă durată la utilajul de prelucrare (de exemplu : blocarea piesei în matriță).

Reglarea temperaturii de încălzire se face variind tensiunea la bornele inductorului, în funcție de tactul de lucru și de temperatura de încălzire necesară. Ca sursă de energie, se utilizează, în funcție de dimensiunile piesei, un convertizor de tip GEF—AV—300/2500 sau GEF—AV—125/2500. Prin reglarea excitației convertizorului, se reglează puterea debitată în inductor. Frecvența de 2500 Hz este optimă pentru gama de piese de încălzit. Această frecvență asigură încălzirea uniformă în toată grosimea peretelui.

Pentru încălzirea uniformă pe toată lungimea zonei de încălzit, inductorul trebuie proiectat special. Datorită variației grosimii peretelui, variază și masa de încălzit, pe unitatea de lungime, în funcție de raportul dintre grosimea maximă și cea minimă. Prin urmare, puterea specifică trebuie să varieze de-a lungul zonei de încălzit, în funcție de acest raport. Alți factori, care trebuie luați în considerare, sînt efectul de capăt, la capetele inductorului, și cuplajul dintre inductor și piesă, care variază datorită conicității exterioare a piesei.

Din acest motiv am ales soluția cu inductor solenoidal cu pasul spirelor variabil. Întrucît pasul spirelor nu se poate varia continuu, inductorul a fost împărțit în trei tronsoane egale ca număr de spire și cu pas constant la fiecare tronson în parte.

Pentru determinarea pasului spirelor, pentru fiecare tronson în parte, plecăm de la valoarea puterii active specifice, dezvoltate de inductor care, conform literaturii de specialitate, are expresia :

$$P_0 = H_0^2 \frac{\rho_1}{\delta_1} K_{r1} \qquad (1)$$

$$\text{în care } H_0 = \frac{N}{h_1} I_1 = \frac{I_1}{p_1} \qquad (2)$$

unde :

H_0 — intensitatea cîmpului magnetic în inductor;
ρ_1 — rezistivitatea inductorului, [Ωm];
δ_1 — adîncimea de pătrundere a cîmpului magnetic în inductor, [m];
K_{r1} — factor de corecție dependent de dimensiunile geometrice ale inductorului;
N — numărul de spire ale inductorului;
h_1 — înălțimea inductorului, [m];
I_1 — curentul din inductor, [A];
p_1 — pasul spirelor inductorului, [m].

Înlocuind valorile din relația (2) în (1) :

$$P_0 = \frac{I_1^2}{p_1^2} \cdot \frac{\rho_1}{\delta_1} K_{r1} \qquad (3)$$

Admițînd că dorim ca raportul dintre puterile specifice, în două zone diferite ale inductorului, să fie 1 la 2 avem :

$$P_{01} = 2 P_{02} \qquad (4)$$

Întrucît spirele sînt legate în serie și curentul are aceeași valoare în toate spirele, putem scrie :

$$\frac{I_1^2}{p_1^2} \cdot \frac{\rho_1}{\delta_1} K_{r1} = 2 \frac{I_1^2}{p_2^2} \cdot \frac{\rho_1}{\delta_1} K_{r1} \qquad (5)$$

Simplificînd obținem:

$$p_1 = \frac{p_2}{\sqrt{2}} \qquad (6)$$

Rezultă că puterea specifică crește cu densitatea spirelor pe unitatea de lungime.

Plecînd de la considerentul de mai sus, noi am determinat pasul spirelor, ținînd cont că

puterea specifică trebuie să fie direct proporțională cu grosimea peretelui țevii piesei de încălzit. Notăm pasul spirelor pe fiecare tronson în parte cu p_1, p_2 și p_3, cu mențiunea că am notat cu p_1 pasul spirelor unde grosimea peretelui piesei este maximă relația dintre cele trei valori va fi:

$$p_1 = p_2 \sqrt{\frac{S_{med}}{S_M}} \text{ și } p_3 = p_2 \sqrt{\frac{S_{med}}{S_m}} \quad (7)$$

unde :

S_M — grosimea maximă a peretelui piesei;
S_m — grosimea maximă a peretelui piesei ;
$S_{med} = \frac{S_M + S_m}{2}$ grosimea medie a peretelui.

Cunoscînd înălțimea și numărul de spire al inductorului și notînd numărul de spire pe fiecare tronson de inductor în parte cu N_1, N_2 și N_3, avem :

$$h = N_1 p_1 + N_2 p_2 + N_3 p_3 \quad (8)$$

$$N = N_1 + N_2 + N_3$$

Din relațiile (7) și (8) se determină dimensiunile pentru p_1, p_2, p_3.

Pentru a obține o diferență de temperatură cît mai mică între două puncte diametral opuse, piesele sînt rotite în inductor în timpul încălzirii cu circa 50 rot/minut.

Rezultatele obținute cu această instalație sînt foarte bune, încălzirea pieselor satisfăcînd condițiile cerute din motive tehnologice la utilajul de prelucrare. Astfel, diferența de temperatură între două puncte diametral opuse este mai mică de 10°C, iar diferența de temperatură de-a lungul zonei de încălzit nu depășește 20—30°C, în funcție de tipul piesei.

CZ : 621 : 539.319

Contribuții privind utilizarea metodei Shore la determinarea tensiunilor interne din piese forjate

Dr. ing. Francisc **LAMMERT** – Întreprinderea de Vagoane Arad

Tensiunile interne remanente

După cum se cunoaște [1], procesele tehnologice aplicate unui corp metalic determină apariția în acesta a tensiunilor interne remanente (σ_{ir}) de gradele I, II, III (individuale sau însumate). Aceste tensiuni pot fi de natură termică (diferențe de contracție), structurale, sau provenite din neuniformități ale deformației plastice (forjare). În general, la piesele forjate, acționează toate aceste trei cauze.

Aceste tensiuni pot depăși ca valoare rezistența la rupere a metalului (R_m), fenomen care poate apărea în cursul procesului de forjare, sau se pot adăuga tensiunilor de serviciu, depășind astfel rezistența la rupere și conducînd la distrugerea prematură a piesei.

Cunoașterea nivelului acestor tensiuni, la finele procesului de forjare, poate constitui un ghid local al tipului de tratament termic primar ce va fi aplicat în continuare, precum și un criteriu de apreciere a gradului de reducere a acestora (în final).

Metodele actuale utilizate la determinarea acestor tensiuni sînt, în totalitate, distructive, sau necesită anumite prelevări dificile din piesa cercetată [2], motiv pentru care aceste metode sînt aplicabile numai statistic.

În cele ce urmează vom prezenta o metodă nedistructivă, folosite pentru determinarea comparativă a nivelului tensiunilor interne remanente bazată pe principiul ciocnirii elastice (Shore).

Conceptul teoretic

Definiția rigidității unui corp metalic. Vom defini rigiditatea R a unui corp metalic prin relația :

$$R = \frac{1}{\varepsilon} \quad (1)$$

Dacă avem două corpuri metalice (a) și (b), cu diagramele tensiune-alungire (deformație) redate în figura 1, rigiditățile acestora vor fi :

$$R_a = \frac{1}{\varepsilon_{Ea}} \text{ și } R_b = \frac{1}{\varepsilon_{Eb}} \quad (2)$$

întrucît :

$$\varepsilon_{Ea} > \varepsilon_{Eb} \text{ rezultă :}$$

$$R_a < R_b \quad (3)$$

adică, rigiditate mică înseamnă alungire elastică mare și invers, sau corpurile cu rigiditate

mare absorb o energie elastică (L_{Eb}) mai mică decît corpurile cu rigiditate mică (L_{Ea}).

Relațiile (1 . . . 3) sînt valabile atît pentru cazul deformării prin întindere, cît și al celei prin comprimare, cînd alungirea elastică (ε_E) devine comprimare elastică.

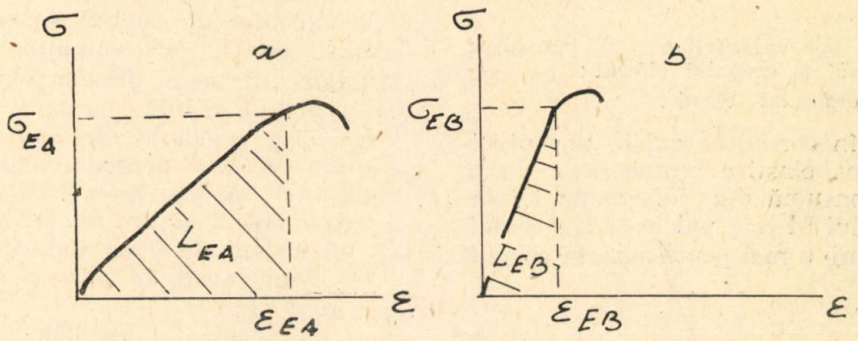


Fig. 1

Definiția metodei elastice pentru determinarea tensiunilor interne remanente. Să considerăm (fig. 2) un corp metalic de masă m, care cade de la înălțimea H asupra unui alt corp metalic de masă M. Între ele pot exista relațiile :

$m \ll M$ masa lui **m** este mult mai mică decît a lui **M** ;

$R_m \to \infty$ rigiditatea corpului **m** este infinit de mare, ceea ce înseamnă că deformația sa elastică e nulă : $\varepsilon_E = 0$;

$0 < R_m < \infty$ corpul **M** poate absorbi deformația elastică în limitele $\infty > \varepsilon_E > 0$.

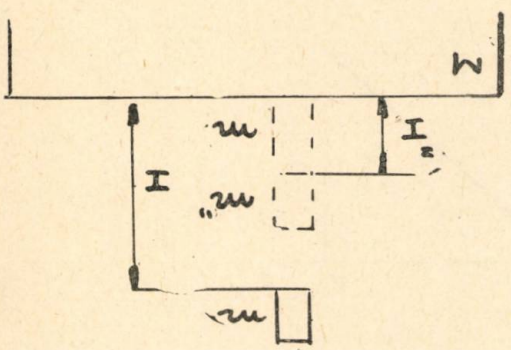


Fig. 2

Notînd în continuare cu :

E_{cm} = energia cinetică a corpului **m** în momentul impactului (**m'**) ;

E_{aM} = energia cinetică a corpului **m** în momen- impactului;

E_{rm} = energia restituită corpului **m**,

și scriind legea conservării energiei în punctul de impact (**m'**) rezultă relația :

$$E_{cm} = E_{aM} + E_{rm} \qquad (4)$$

fiind posibile următoarele situații :

$E_{cm} = E_{aM}$: ciocnirea este perfect plastică, situație în care întreaga energie cinetică a corpului **m** va conduce la deformarea plastică a corpului **M**, iar reculul elastic al corpului **m** este nul ($H'' = 0$);

$E_{cm} = E_{rm}$: ciocnire perfect elastică, situație în care întreaga energie cinetică de impact este restituită sub formă de recul corpului **m**. În acest caz înălțimea de recul a corpului **m** (H'') este maximă.

Pentru situațiile intermediare (care apar în realitate), înălțimea de recul (H'') va fi :

$$0 \leqslant H'' \leqslant H \qquad (5)$$

Notînd raportul $H''/H = K$ și denumindu-l coeficient de elasticitate (sau de restituire), în în baza celor menționate anterior rezultă :

$$\begin{aligned} E_{cm} = E_{aM} &\Rightarrow K = 0 \\ E_{cm} = E_{rm} &\Rightarrow K = 1 (H'' = H) \end{aligned} \qquad (6)$$

Din relația (4) se poate determina expresia energiei restituite corpului **m** (ciocnitor) :

$$E_{rm} = E_{cm} - E_{aM} \qquad (7)$$

În baza relațiilor (6) și (7), se poate stabili dependența dintre energiile absorbite de corpul **M** (E_{aM}) sau restituită corpului **m** (E_{rm}) și coeficientul de elasticitate (restituire), dependență redată în figura 3.

Această legătură se poate exprima astfel : în ciocnirea elastică ($\varepsilon < \varepsilon_E$), la creșterea energiei absorbite de corpul ciocnit, coeficientul de elasticitate (restituire) scade, iar la scăderea energiei absorbite de corpul ciocnit, coeficientul de elasticitate (restituire) crește, în situația cînd corpul ciocnitor este rigid ($\varepsilon_E = 0$; $K = \infty$).

Tensiunile interne și energia absorbită în ciocnirea elastică pe diagrama tensiune-alungire elastică

Dacă în corpul ciocnit (**M**) nu există tensiuni interne remanente de natura elastică

(σ_{iE}), diagrama tensiune-alungire elastică (sau comprimare elastică) are aspectul din figura 4, a).

Corpul **M** poate absorbi, în această situație, o energie elastică a cărei valoare este [3] :

$$E_{aM} = \sigma_E \cdot V \cdot \ln \varepsilon_E \qquad (8)$$

unde :

σ_E, ε_E, limita de elasticitate și alungirea (comprimare) elastică a corpului ciocnit ;

V = volumul deformat elastic.

În cazul cînd în corpul **M** există un nivel de tensiuni interne elastice remanente (σ_{iE}), aceste tensiuni consumă din deformația totală (elastică) a corpului **M** (ε_E) valoarea ε_{iE} astfel încît energia pe care o mai poate absorbi corpul **M** va fi :

$$E_{aMi} = \sigma_e \cdot V \cdot \ln \frac{\varepsilon_{iE}}{\varepsilon_E} \qquad (9)$$

astfel încît :

$$E_{aMi} < E_{aM} \qquad (10)$$

Din relațiile (10), (7) și (6) rezultă pentru $\sigma_{iE} < 0$

$$E_{aMi} \Leftrightarrow E_{rm} > \quad | < \quad > \qquad (11)$$

Expresia (11) ne conduce la următoarea concluzie : un corp metalic considerat rigid ($R=\infty$) ciocnește elastic un alt corp metalic, astfel încît deformația elastică produsă de ciocnire, în corpul ciocnit este mai mică decît limita sa elastică, prezența sau creșterea nivelului de tensiuni interne remanente elastice conduce la creșterea coeficientului de elasticitate (restituire) și invers.

Verificări experimentale

În baza principiilor prezentate anterior a fost executat un pendul de tip Shore (fig. 5), utilizat pentru determinarea nivelului tensiunilor interne în piesele forjate. Corpul ciocnitor **m** este o bilă metalică **1** cu masa de circa 50 g, executat din oțel aliat călit la minimum 60 HRc, pentru realizarea condiției de rigiditate $\varepsilon_E = 0$; $R = \infty$. Bila este suspendată printr-o tijă **2**, de un ax **3**, care face legătura cu un sistem de două indicatoare și anume :

— indicatorul de mișcare rapidă 8 solidar cu axul 3 ;

— indicatorul de recul **7** ;

Indicatorul de mișcare rapidă **8** se poate cupla cu cel de recul, printr-o limbă metalică **6** tensionată de un arc de revenire **5**. Bila **1** și tija **2** pot executa o mișcare de rotație de 90°, bila fiind ghidată într-un canal circular executat în pereții laterali **4** ai dispozitivului. Întrucît unghiul de cădere (α_i) este constant (fig. 5), reculul elastic se poate determina prin valoarea unghiului de recul (α_r) (fig. 5, b) fixat pe cadranul **9**, de indicatorul **7**.

Dispozitivul, în forma realizată, fiind portabil și de gabarit redus, permite efectuarea măsurărilor în diverse puncte ale piesei forjate.

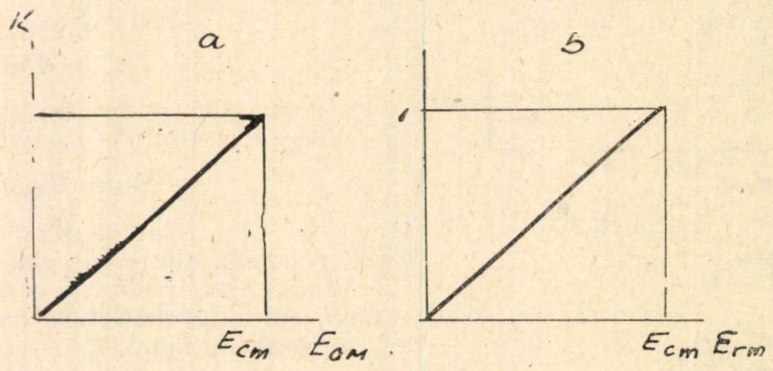


Fig. 3

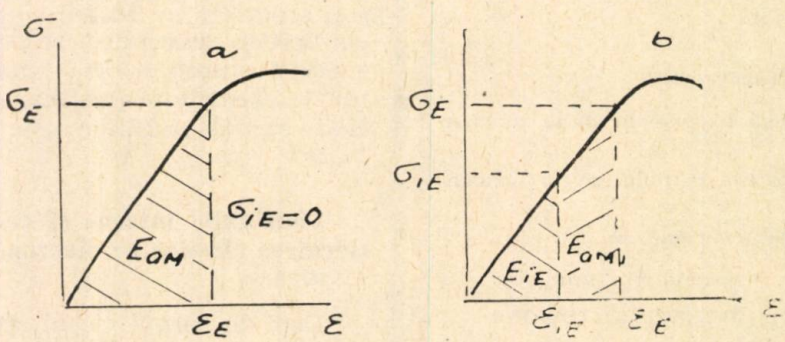


Fig. 4

Un caz de aplicație a dispozitivului a fost cel de determinare a nivelului tensiunilor interne, în roți monobloc, la care au apărut de situația roții nesparte. Este posibil, deci, ca una din cauzele care au generat spargerea prematură a roții monobloc să fi fost distribuția

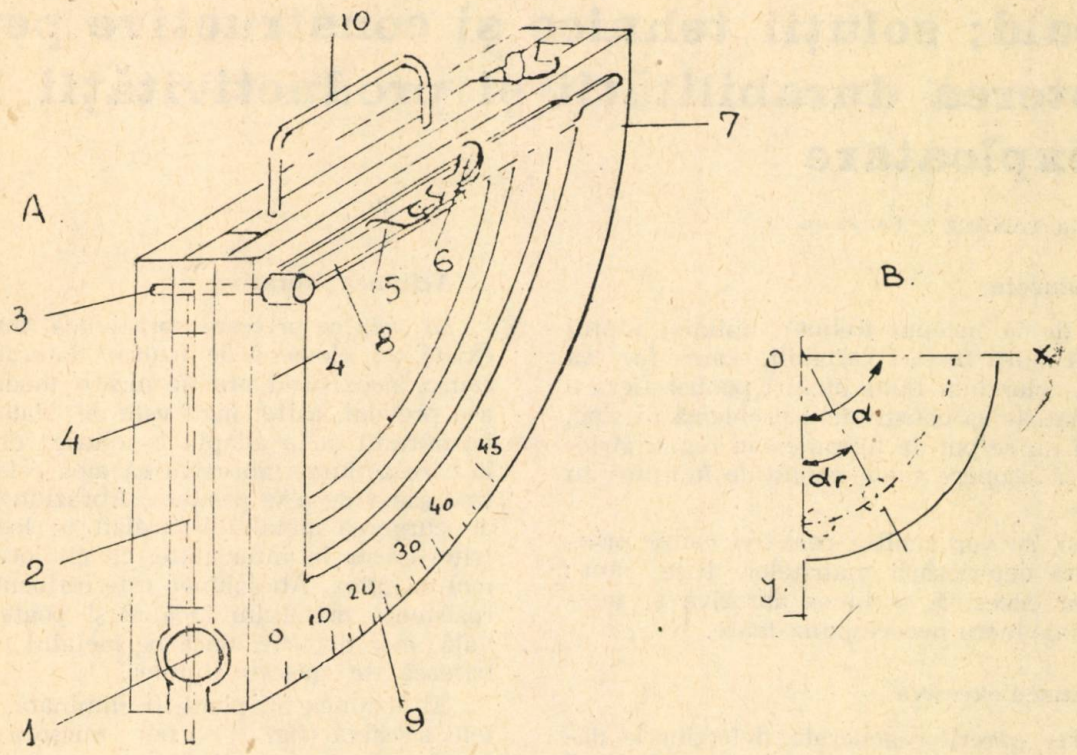


Fig. 5

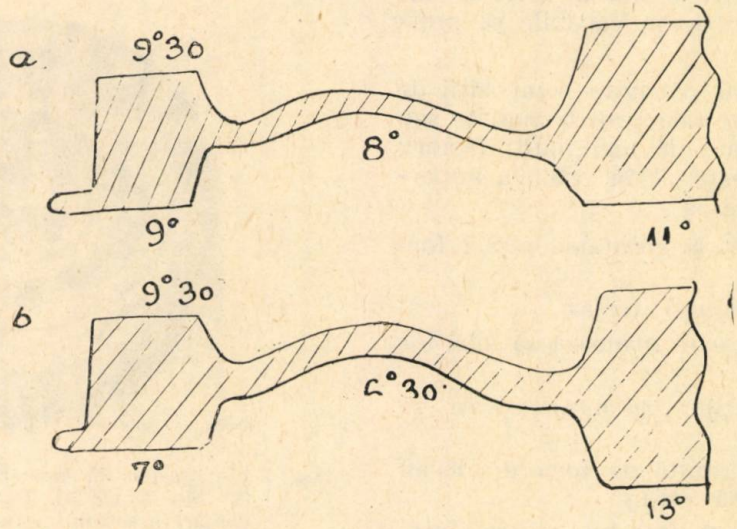


Fig. 6

spargeri în funcționare (premature) presupunîndu-se că aceste spargeri au fost generate de tensiunile interne. În figurile 6 a și b sînt redate valorile unghiului de recul α_r pe o roată nespartă (6, a) și spartă (6, b) unghiul indicat fiind media a 2 ... 4 măsurări. Distribuția valorilor unghiului de recul, care sînt proporțională cu nivelul tensiunilor interne elastice remanente, indică, pentru roata spartă (6, b), o distribuție mult mai neuniformă față neuniformă a tensiunilor interne inițiale, după forjare, în masa roții.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Carțiș, I.*: Tratamente termice. Editura „Facla", Timișoara, 1982, pag. 77 ... 79.

[2] *Dieter, G.E.*: Metalurgie mecanică. Editura Tehnică, București, 1970, pag. 512 ... 536.

[3] *Drăgan, I.*: Tehnologia deformărilor plastice. Edit. Didactică și Pedagogică, București, 1976, pag. 171 ... 172.

CZ : 621.979.25 : 625.983-2

Unele cauze ale deteriorării sculelor de lucru la cald; soluții tehnice și constructive pentru creșterea durabilității și productivității în exploatare

Ing. Sergiu TĂNASE — I.A. Pitești

Introducere

Încă de la început trebuie subliniat faptul că există mulți factori variabili, care fac ca alegerea celor mai bune oțeluri pentru fiecare set de matrițe să constituie o problemă în sine, astfel că nu se pot da formule sau reguli stricte care să acopere toate condițiile întîlnite în practică.

Totuși, se vor analiza cele trei cauze principale ale deteriorării matrițelor care sînt: presiunea excesivă, acțiunea abrazivă și temperatura de lucru necorespunzătoare.

Presiunea excesivă

Contrar părerilor generale, defecțiunile datorate presiunii excesive reprezintă o problemă minoră, deoarece matrițele sînt în general astfel dimensionate încît devin capabile să preia presiunile de forjare.

Alegerea celei mai potrivite compoziții de oțel și a proprietăților sale pentru matrițe sau inserții este influențată de mai mulți factori; dintre aceștia (nu neapărat în ordinea importanței lor) se menționează:

— forma, mărimea și greutatea piesei forjate;

— compoziția aliajului forjat;

— temperatura la care urmează să aibă loc forjarea;

— numărul operațiilor de matrițare ce se vor efectua;

— tipul echipamentului de forjare (ciocan de forjare, maxipresă etc.);

— prețul de cost al oțelului pentru matrițe;

— ordinea operațiilor de uzinare a matrițelor-inserțiilor (înainte sau după călire);

— adaosurile de prelucrare și abaterile limită la piesele matrițate la cald;

— experiența uzinei în acest domeniu cu aplicații similare și echipament auxiliar.

Deoarece diferitele proprietăți urmărite sînt adesea incompatibile una cu cealaltă, adesea devin necesare unele compromisuri în alegerea materialului pentru sculele de lucru la cald.

Acțiunea abrazivă

În ceea ce privește abraziunea, întotdeauna există un element de uzură datorat acestei cauze, neexistînd practic nici o modalitate de a o preveni, astfel încît este de datoria proiectantului de a adapta o soluție de matriță, la care acțiunea abrazivă să aibă cele mai puține șanse de a se produce. Abraziunea cauzată de curgerea metalului încălzit în locașul matriței crește în intensitate, cu cît locașul este mai complex. Abraziunea este influențată și de rezistența metalului încălzit și poate fi agravată, mai departe, dacă pe metalul ce se matrițează se găsește țunder.

Abraziunea nu poate fi eliminată, dar efectele acesteia (fig. 1) se pot micșora printr-o bună proiectare a matrițelor, o combinație corectă între compoziția oțelului matriței și duritate și o tehnologie de matrițare care să cuprindă o încălzire adecvată, la nevoie îndepărtarea țunderului și o lubrifiere corectă (prin pulverizare) a matriței.

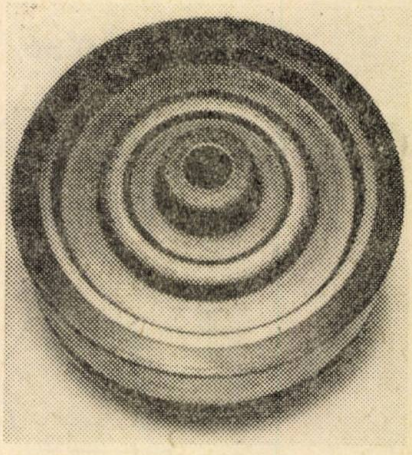


Fig. 1 Matriță-pastilă pentru forjat pinion, din oțelul Mo W Cr 53. Deteriorarea s-a produs ca urmare a acțiunii abravize.

Temperatura necorespunzătoare

În ceea ce privește deteriorarea cauzată de *temperatura excesivă* o observare atentă conduce la concluzia că încălzirea matrițelor peste

limita admisă influențează negativ durabilitatea matrițelor. Colțurile și muchiile ascuțite ale locașurilor matrițelor, cepii și elementele amovibile sînt supuse unor asemenea temperaturi încît duritatea oțelului scade și matrița nu va suporta presiunile ridicate și fie că se va deforma fie că se va uza (fig. 2).

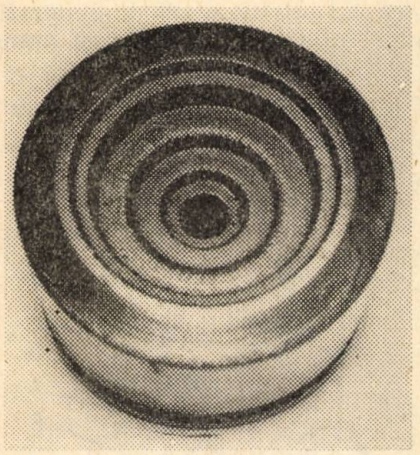


Fig. 2 Matriță pentru pinion, din oțelul Mo W Cr. 53. Cauza uzurii temperatură excesivă.

Avînd în vedere faptul că preîncălzirea este factorul major ce duce la deteriorarea matrițelor, este necesar să subliniem că volumul relativ al piesei forjate, față de cel al matrițelor sau sculelor, afectează în mod serios rata posibilă de încălzire. Putem spune că, cu cît este mai mare proporția volumului matrițelor sau sculelor față de volumul piesei matrițate, cu atît va fi mai bună rezistența la temperatură a sculelor. În plus, productivitatea matrițelor, adică, relația dintre timpul de prelucrare a materialului cald în matrițe și timpul mort (mers în gol), este un factor important în legătură cu încălzirea matrițelor și deteriorarea lor.

La forjarea oțelurilor și a altor aliaje ce necesită temperaturi înalte, suprafețele matriței pot atinge temperaturi mai înalte decît corpul matriței, aceasta avînd ca rezultat fisurarea la cald.

Fisurarea la cald apare, în special, la colțuri în prelungirea matrițelor. Aceasta este un rezultat al temperaturilor înalte de la suprafață care provoacă o variație în dilatarea matriței. Odată început procesul de fisurare, presiunile de lucru (în special impactul) vor face ca aceste fisuri să se mărească, iar dacă procesul nu va fi oprit, va apărea ruperea (fig. 3).

Producția continuă face ca anumite zone ale matriței să atingă temperaturi excesive, atunci cînd nu se asigură o răcire adecvată. Dacă tehnologia de forjare nu poate preveni această temperatură excesivă în matriță, matrițele sau unele porțiuni ale acestora vor trebui executate din oțeluri sau aliaje cu o mare rezistență la temperaturi înalte.

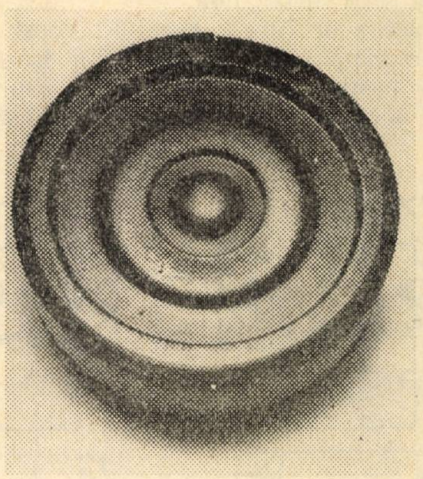


Fig. 3 Matriță pentru forjat. Spargerea s-a produs în urma fisurării la cald.

O matriță rece se poate rupe fragmentar și, pentru acest motiv, se recomandă o preîncălzire între 250 și 350°C. Aceasta se poate face prin plasarea de încălzitori între matrițe, sau prin instalarea de dispozitive de încălzit, pentru menținerea căldurii în timpul de mers în gol. Nerespectarea acestor recomandări a avut adesea ca rezultat grave deteriorări ale matrițelor (fig. 4).

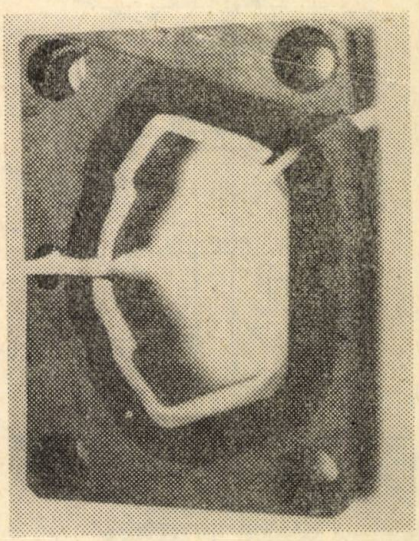


Fig. 4 Matriță pentru debavurat care prezintă o rupere fragmentară.

Alături de cele expuse mai sus, se prezintă unele **soluții tehnice și constructive** avînd drept scop creșterea durabilității și productivității în exploatare a sculelor de lucru la cald și anume un sistem nou de proiectare și realizare a matrițelor-pastilă cu mai multe locașuri

de fricțiune destinate prelucrării pieselor prin deformare plastică, în condițiile în care forța de deformare este transmisă după o direcție verticală sau orizontală.

Problema pe care o rezolvă acest sistem constă în amplasarea suprafețelor laterale ale aceleiași pastile a mai multor locașuri având sau nu aceleași dimensiuni, având drept rezultat reducerea gabaritului fiecărei pastile alături de creșterea duratei de folosire.

Sistemul poate fi utilizat pentru piese în serie mare sau mică, pentru forme de revoluție de complexitate medie; el se poate extinde și la piesele asimetrice cu adaptările de rigoare.

Acest mod de realizare a pastilelor cu mai multe locașuri are un grad de generalizare la majoritatea utilajelor de forjat și anume :

a — matrițarea pe ciocane de forjat (fig. 5);

b — matrițarea pe prese cu șurub (fig. 6);

c — matrițarea pe prese cu excentric (fig. 7, 8, 9);

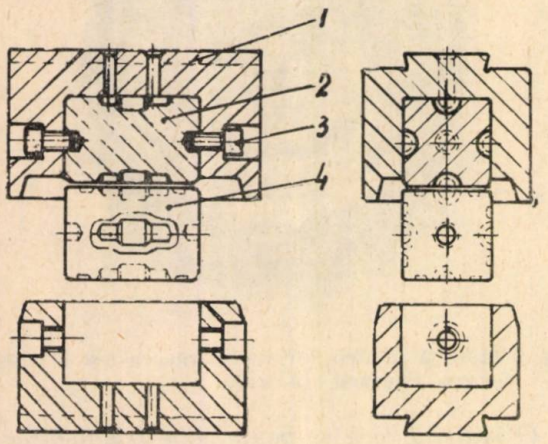


Fig. 5 Dispozitiv de matrițat pe ciocane matrițoare.
1 — port-pastilă superioară ; 2 — pastilă matrițare superioară; 3 — șurub fixare; 4 — pastilă matrițare inferioară.

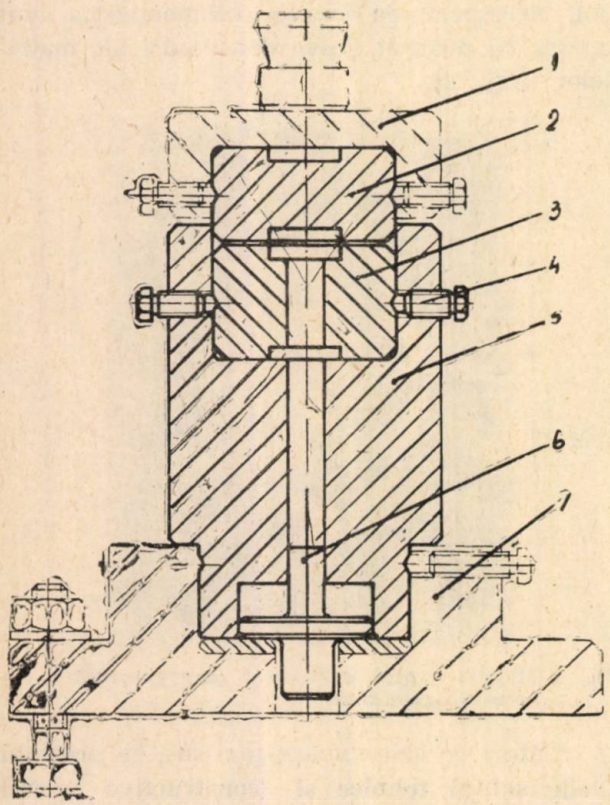


Fig. 6 Dispozitiv de matrițat pe prese cu șurub.
1 — port-pastilă superioară; 2 — pastilă matrițare superioară; 3 — pastilă matrițare inferioară; 4 — șurub fixare; 5 — port-pastilă inferioară; 6 — extractor; 7 — piesă suport.

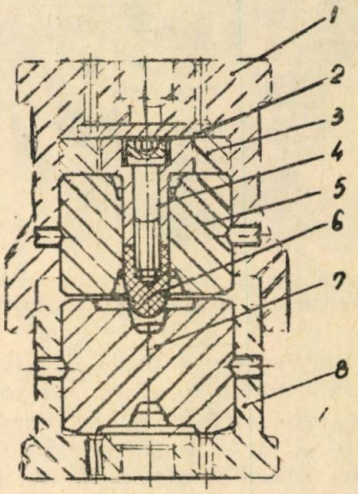


Fig. 7 Dispozitiv de matrițat pe prese cu excentric.
1 — port-pastilă superioară; 2 — placă adaos; 3 — placă de presiune; 4 — port element uzură; 5 — pastilă matrițare superioară; 6 — element de uzură; 7 — pastilă matrițare inferioară; 8 — port-pastilă inferioară.

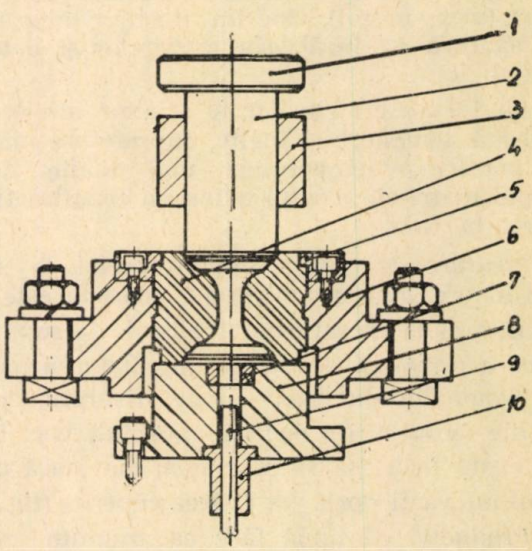


Fig. 8 Dispozitiv de matrițat supape.
1 — placă de presiune; 2 — poanson; 3 — bucșă poanson; 4 — pastilă matrițare; 5 — placă de fixare; 6 — port-pastilă; 7 — bucșă; 8 — piesă suport; 9 — extractor; 10 — bucșă.

d — matrițarea pe mașini de forjat orizontal (fig. 10).

Avantajele economice de luat în considerare sînt :

/tonă de produse matrițate la 1—3 kg/tona de produse matrițate ;

c. construcție simplă ;

d. siguranța în exploatare ;

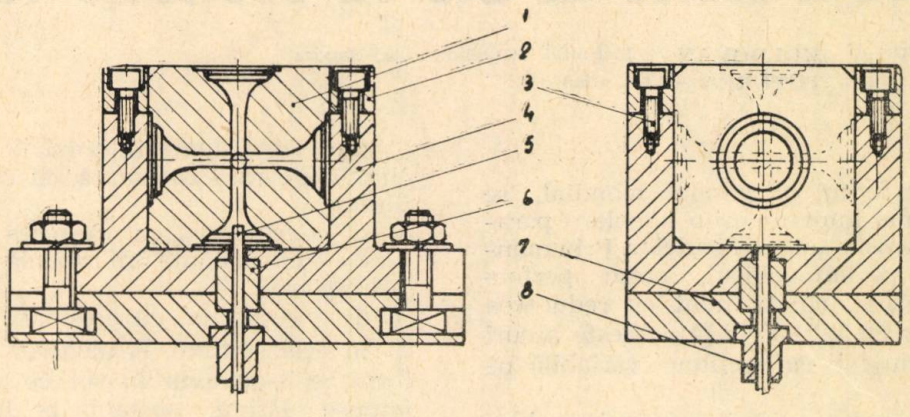


Fig. 9 Dispozitiv pentru matrițat supape.
1 — pastilă matrițare ; 2 — placă; 3 — șurub; 4 — port-pastilă; 5 — extractor; 6 — bucșă; 7 — placă de susținere; 8 — bucșă de ghidare

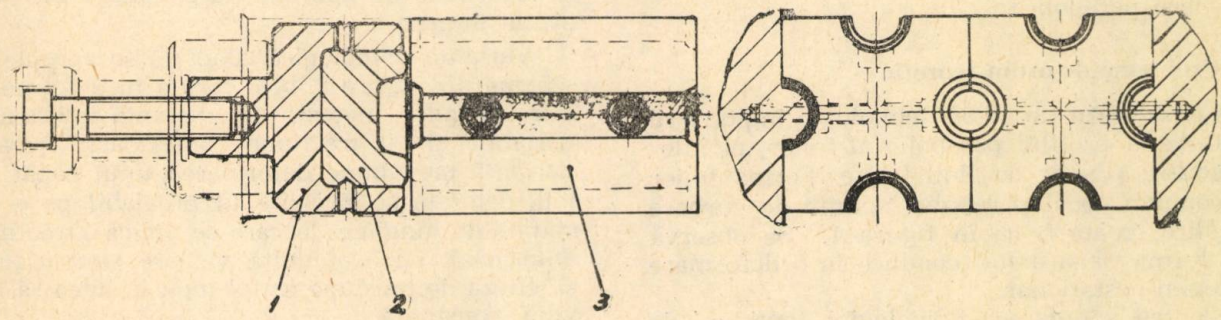


Fig. 10 Matrițarea pe M.F.O.
1 — poanson; 2 — element amovibil; 3 — matrițare.

a. aceste pastile nu sînt supradimensionate, greutatea unei pastile care prezintă două sau mai multe locașuri executate în plane paralele sau perpendiculare este în general ceva mai mică decît greutatea unei pastile care prezintă o singură gravură (în cazul aceluiași reper forjat pe același utilaj) ;

b. norma de consum de oțel de scule pentru lucru la cald se reduce considerabil de la 8—10 kg

e. economii de manoperă în cazul execuției matrițelor;

f. economii de timp pentru montare și reglaj;

g. prin folosirea unei pastile de matrițare cu mai multe locașuri, numărul pieselor matrițate cu aceleași SDV-uri crește, în raport cu numărul locașurilor pe pastilă, față de situația în care se folosește o pastilă care are un singur locaș.

CZ : 621.944

Unele aspecte privind fabricarea prin laminare a foilor de arc cu secțiune variabilă

Prof. dr. ing. Virgil **MOLDOVAN** – Institutul Politehnic Cluj-Napoca
Șef lucr. ing. Moise **ȚUȚUREA** – I.I.S. Sibiu

Introducere

Se cunoaște faptul că, pe plan mondial, se utilizează tot mai mult arcurile lamelare parabolice, la suspensia autovehiculelor. Prin montarea acestora pe autovehicul, cresc performanțele suspensiei, concomitent cu reducerea masei arcurilor cu 30—50% [1]. Aceste arcuri se compun din foi cu secțiune variabilă pe lungime.

Fabricația acestora ridică o serie de probleme privind tehnologia de execuție și utilajul aferent acesteia. În cele ce urmează se prezintă cele mai importante aspecte legate de execuția foilor cu secțiune variabilă ce compun arcurile lamelare parabolice.

Probleme de ordin teoretic

Considerații de ordin tehnologic impun a se renunța la profilul parabolic al foilor, el înlocuindu-se practic cu linii frînte. Forma foilor ce compun arcul parabolic, înainte de curbare și călire, poate fi ca în figura 1. Se observă că forma pană a foii conduce la o deformare în regim nestaționar.

Pentru adoptarea tehnologiei optime de deformare cu fost analizate inițial patru scheme de deformare nestaționară (fig. 2) [2] :

a — cu distanță interaxială variabilă între cilindri de rază constantă, cu descreșterea profilului ;

b — respectiv, cu creșterea acestuia;

c — cu distanță interaxială constantă, cu descreșterea;

d — respectiv, cu creșterea profilului.

În același timp, la alegerea schemei de deformare, s-au avut în vedere anumite condiții impuse : lățime constantă pe lungimea de deformare, margini rotunjite ale foii (cerute de creșterea rezistenței la oboseală), precum și o flexibilitate de fabricație ridicată, determinată de diversitatea mare a tipodimensiunilor.

Schemele de mai sus nu satisfac toate condițiile impuse.

Varianta tehnologică adoptată se apropie de schema din figura 2, b și constă în deformarea între cilindri netezi, cu distanță interaxială variabilă și cu tracțiune anterioară. Această variantă presupune deformarea unui capăt al foii, debitată și încălzită în prealabil pe o jumătate de lungime, la care se aplică o tracțiune anterioară, cu o anumită valoare pentru forța și viteza de presiune astfel încît lățimea să devină constantă.

Analizînd procesul de deformare, se constată că acesta nu este stabil. În focarul nesta-

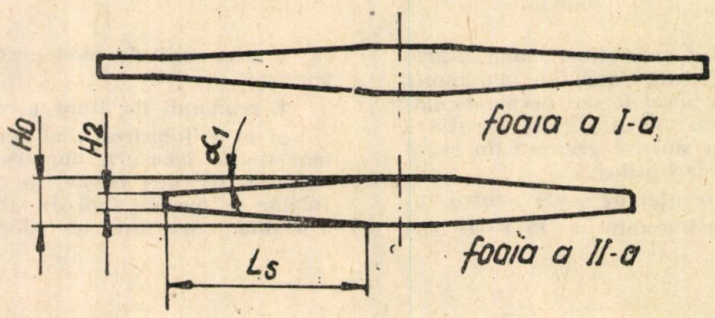


Fig. 1

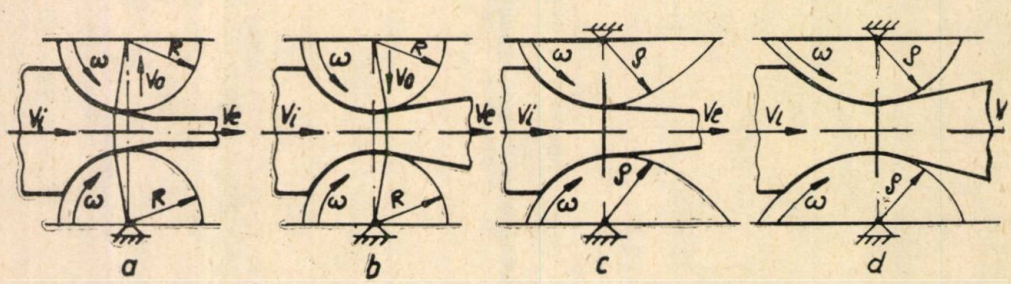


Fig. 2

ționar de deformare, o serie de parametri geometrici, cinematici și energetici variază în raport cu timpul, astfel că valorile acestora sînt valori instantanee (fig. 3) :

înălțimea h (t) și gradul de deformare $\varepsilon(t)$;

unghiul de prindere α_2 (t) ;

unghiul de contact $\alpha_c(t)$ și proiecția lungimii acestuia l_d (t) ;

$$s(t) = [h\gamma(t), \cos\gamma(t) + 2R[\sin\alpha_1 - \sin\gamma(t)\cdot\sin\alpha_1]/h\alpha_1(t)\cdot\cos\alpha_1 - 1$$

unde:

α_1 este panta profilului;

R — raza cilindrilor;

$h\ \alpha_1\ (t)$, $h\ \gamma\ (t)$ înălțimile instantanee în planul α_1, respectiv în planul neutru.

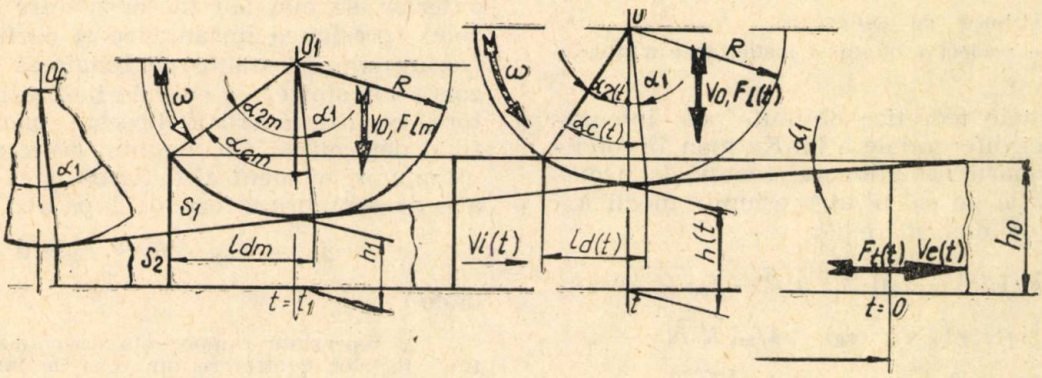


Fig. 3

unghiul critic $\gamma\,(t)$ și avansul s (t);

viteza de intrare V_i (t) și de ieșire V_e (t) a metalului dintre cilindri;

forța de laminare F_l (t) și de tracțiune F_t (t) ;

momentul M (t) și puterea P (t) de deformare.

Cercetarea procesului de deformare care nu coincide cu cel real, presupune admiterea următoarelor ipoteze :

lățimea lipsește ;

în focarul de deformare vitezele sînt egalizate;

zonele marginale nu sînt luate in considerare și secțiunile transversale rămîn plane pe toată lungimea de deformare;

conturul este simetric și cilindrii de lucru nu se deformează.

În figura 3 este prezentat focarul geometric nestaționar de deformare, pentru diferite momente ale acestuia. Deformarea începe la momentul $t = 0$, de la înălțimea h_9. În procesul de deformare valorile unor parametri sînt crescătoare, acestea devenind maxime la momentul limită t_1 (gradul de deformare — ε_m, unghiul de prindere — α_{2m} unghiul de contact — α_{cm} și proiecția lungimii acestuia l_{dm},), pentru ca apoi să scadă la valoarea zero la momentul final al deformării t_f. La un moment dat t, valorile instantanee ale parametrilor geometrici ai focarului de deformare sînt date de relațiile :

$$\left.\begin{aligned} h\ (t) &= h_0 - (h_0 - h_1)\ t/t_1 \\ \cos\alpha_2\ (t) &= [R + h\ (t) - h_0]\ /R \\ \alpha_c(t) &= \alpha_2\ (t) + \alpha_1 \\ h\ \alpha_1\ (t) &= h\ (t) + R\ (1 - \cos\alpha_1) \\ \gamma(t) &= [\alpha_c(t)/2]\ [1 - \alpha_c(t)/2f_m] + \alpha_1/f_m \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Momentul limită t_1 se determină ca soluție a ecuației :

$$L_{t1} = \int_0^{t1} V_e \cdot dt \qquad (2)$$

unde: $V_e = V_c \cdot \cos\alpha_1(1 + s_m)$ (3)

V_c fiind viteza periferică a cilindrilor, iar avansul s_m calculîndu-se pentru unghiul de prindere maxim. Unghiurile de prindere și de contact maxime rezultă ca o soluție a ecuației:

$$S_1(\alpha_{2m}) - S_2(\alpha_{2m}) = 0 \qquad (4)$$

unde S_1 și S_2 sînt ariile suprafețelor indicate în figura 3.

Acum se poate calcula și înălțimea de deformare h_1 corespunzătoare momentului t_1 :

$$h_1 = h_0 - R\ (1 - \cos\alpha_{2m}) \qquad (5)$$

Cercetarea teoretică a procesului de deformare nestaționar presupune determinarea modelelor matematice pentru calculul geometric al focarului de deformare, pentru calculul vitezelor de curgere a metalului în diferite secțiuni și pentru calculul parametrilor energetici.

În continuare se determină unii parametri energetici ai procesului nestaționar de deformare : presiunea și forța de laminare, precum și forța de tracțiune. Utilizînd modele matematice adecvate se determină (utilizînd CN) valorile acestora pentru diferite momente ale deformării în intervalul $t = 0{,}1 \div t_1$ secunde,

cu un pas de 0,3 secunde. Se cunoaşte că forţa instantanee de laminare se determină cu relaţia

$$F_1(t) = p_m(t) \cdot B \cdot l_d(t) \qquad (6)$$

unde :

p_m (t) reprezintă presiunea medie instantanee de laminare;

B — lăţimea de deformare;

l_d (t) — proiecţia lungimii instantanee a arcului de contact.

Rezultatele teoretice obţinute prin integrarea ecuaţiei diferenţiale a lui Karman, în condiţiile deformării nestaţionare, conduc la următoarea relaţie de calcul al presiunii medii instantanee de deformare [3]:

$$p_m(t) = K[1/(\alpha_1 + \alpha_2)] \cdot 2[\sqrt{h/R} - f_m\sqrt{R/h}(\gamma - \alpha_1)] \cdot \operatorname{arctg}(\sqrt{R/h} \cdot \alpha_2) + 4f_m\sqrt{R/h}(\gamma - \alpha_1) \operatorname{arctg}\sqrt{R/h}(\gamma - \alpha_1) + 2[\sqrt{h/R} - f_m\sqrt{R/h}(\gamma - \alpha_1)] \cdot \operatorname{arctg}(\sqrt{R/h}\alpha_1) + (\gamma - \alpha_1) \cdot \ln \frac{1 + (R/h)\alpha_2^2}{1 + (R/h)\alpha_1^2} + f_m \ln \frac{[1 + (R/h)\alpha_2^2][1 + (R/h)\alpha_1^2]}{[1 + (R/h)(\gamma - \alpha_1)^2]^2} - (\alpha_1 + \alpha_2), \qquad (7)$$

unde α_2, h, γ sînt valori instantanee. Cunoscînd rezistenţa la curgere pentru condiţiile date K_f şi valoarea coeficientului lui Lode pentru starea de deformare plană $\beta = 2/\sqrt{3}$, se poate calcula valoarea constantei plastice $K = \beta \cdot K_f$.

Aşa cum s-a arătat anterior, pentru realizarea profilului de secţiune variabilă la lăţime constantă, este necesară aplicarea unei forţe de tracţiune anterioară, pentru care literatura de specialitate nu indică modalităţi de calcul. Pentru determinarea acesteia, s-a elaborat o metodă indirectă de calcul cu ajutorul coeficientului de tracţiune şi al forţei de laminare. Pentru aceasta, pe lîngă ipotezele formulate anterior, se mai iau în considerare următoarele: presiunea instantanee şi coeficientul de frecare sînt constante pe lungimea arcului de contact şi sînt egale cu valorile medii ale acestora, zona de aderenţă lipseşte, planul neutru fiind determinat de unghiul critic γ. Pentru un anumit moment al deformării, se scrie ecuaţia de echilibru a forţelor după axa ox (fig. 4):

$$T_{ix} - T_{ax} - F_x + F_t = 0 \qquad (8)$$

unde :

T_{ix} reprezintă componenţa orizontală a rezultatului forţelor de frecare din zona de întîrziere AB, care ajută procesul de laminare;

T_{ax} — componenta orizontală a rezultantei forţelor de frecare din zona de avans BD, care împiedică procesul de laminare;

F_x — componenta orizontală a forţei de laminare;

F_t — forţa de tracţiune anterioară.

Pe baza ipotezelor formulate anterior, se pot scrie relaţiile :

$$T_{ix} = f_m F_{AB} \cos(\alpha_2 + \gamma)/2 \text{ şi } T_{ax} = f_m F_{BD} \cos(\gamma - \alpha_1)/2$$

$$F_{AB} = F_e(\alpha_2 - \gamma)/(\alpha_1 + \alpha_2) \text{ şi } F_{BD} = F_e(\alpha_1 + \gamma)(\alpha_1 + \alpha_2)$$

$$F_x = F_1 \sin(\alpha_2 - \alpha_1)/2 \qquad (9)$$

Substituind relaţiile de mai sus în relaţia (8), separînd termenii şi împărţind cu F_1, se

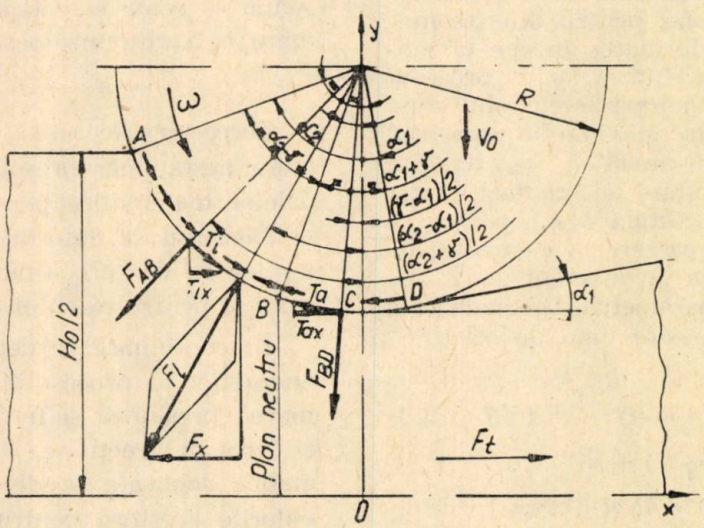


Fig. 4

obține relația finală a coeficientului de tracțiune care mai poate fi denumit și raportul forței de tracțiune în raport cu forța de laminare :

$$C = F_t/F_1 = [f_m(\alpha_1 + \alpha_2)]\,[(\alpha_1 + \gamma)\cos(\gamma - \alpha_1)/2 - (\alpha_2 - \gamma)\cos(\alpha_2 + \gamma)/2] + \sin(\alpha_2 - \alpha_1)/2 \qquad (10)$$

Acum se poate calcula valoarea instantanee a forței de tracțiune :

$$F_t(t) = C(t) \cdot F_1(t) \qquad (11)$$

Lipsa informațiilor din literatura de specialitate a impus simularea matematică a procesului de laminare, nestaționar cu tracțiune anterioară, la lățime constantă, ceea ce dă posibilitatea să se selecteze parametrii optimi, direct în laborator.

La definirea programului de calcul, s-au folosit modelele matematice conform relațiilor (1—7) și (10—11). S-au luat în considerare următorii parametri de intrare:

înălțimea inițială a foii de arc, $H_0 = 22$; 24 mm;

înălțimea finală a acesteia, $H_2 = 6{,}65$; 10,8; 12,5 mm;

SCHEMA LOGICĂ

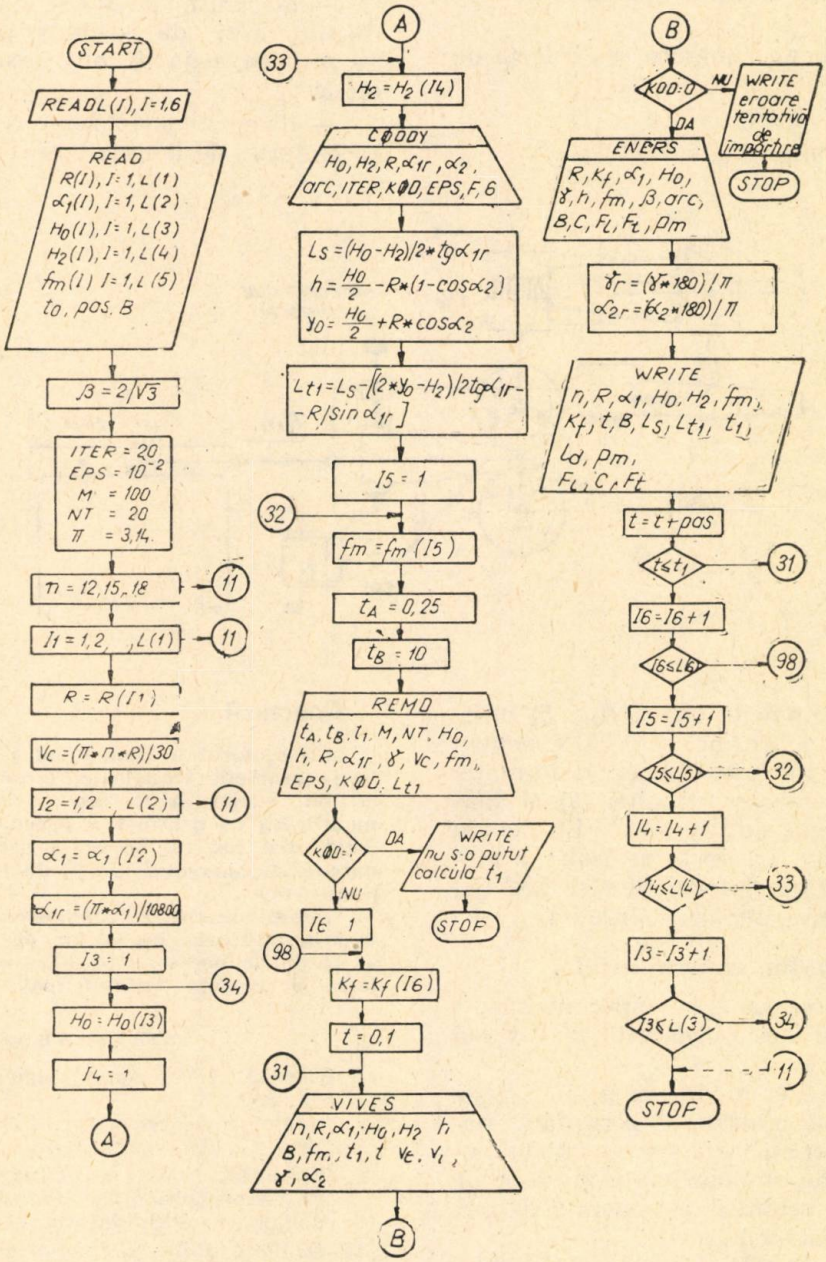


Fig. 5

unghiul de înclinare, $\alpha_1 = 50;\ 57{,}5;\ 65$

lățimea foii, B=90 mm;

minute;

raza cilindrilor, $R = 100;\ 120;\ 140$ mm;

turația cilindrilor, n=12; 15; 18 rot/min;

coeficientul mediu de frecare, f_m =0,25; 0,30; 0,35;

rezistența la curgere statică, $K_f = 6;\ 8;$ 10 daN/mm^2;

coeficientul lui Lode, $\beta = 2/\sqrt{3}$;

momentul începerii calculului, parametrilor $t_0 = 0{,}1$ s;

pasul timpului, pas = 0,3 secunde.

Parametrii de ieșire calculați și afișați sînt:

lungimea de laminare în timpul t_1, L_{t1};

timpul, t_1; proiecția lungimii arcului de contact, l_d;

presiunea medie de laminare, p_m ; forța de laminare, F_1;

coeficientul de tracțiune, c;

forța de tracțiune, F_t.

— cajă de deformare cu doi cilindri orizontali ce se pot schimba cu ușurință pentru a cerceta procesul de deformare la diametre diferite ale cilindrilor (∅ 40; 44; 48; 52; 56; 60 mm) ;

— motor hidraulic MH 2 pentru realizarea forței de laminare ∅ 80/50 mm, 35 KN;

— sistem de copiere după șablon care asigură realizarea legii de deplasare a cilindrului superior (SSC) ;

— mecanismul de tracțiune și de urmărire a lățirii compus din motor hidraulic MH 1 (∅ 63/200 mm, F_1=12 KN) dispozitiv de prindere a semifabricatului, servosistem de urmărire (SSU) comandat de palpatorul care sesizează lățirea ;

— mecanism de rotire compus din motoreductor, roți de schimb pentru n=12; 15, 18 rot/min, cajă de angrenare, transmisii cardanice;

— dispozitive tensometrice pentru măsurarea forței de laminare și a forței de tracțiune.

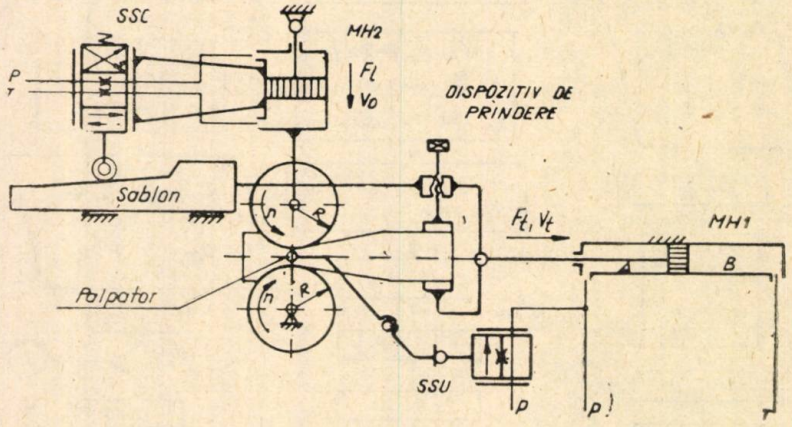


Fig. 6

Programul principal de calcul (fig. 5) utilizează următoarele subrutine: C∅DDY pentru calculul geometric al focarului de deformație REMD pentru rezolvarea ecuației (2) și care apelează la alte două subrutine VIVES pentru calculul vitezelor de intrare și de ieșire a metalului din focarul de deformație și ENERG pentru calculul parametrilor energetici.

Probleme de ordin experimental

Pentru verificarea pe cale experimentală a calculelor teoretice s-a preconizat un stand adecvat.

Acesta a fost astfel gîndit, încît, pe lîngă verificările mai sus amintite, să permită și stabilirea unor caracteristici ale procesului tehnologic (grade maxime de deformare, viteze etc.), în cazul în care se schimbă sortimentul de arc (dimensiuni, material etc.).

Standul (fig. 6) conține următoarele elemente :

Concluzii

Cu ajutorul acestui stand se pot determina anumiți parametri tehnologici (grad de deformare admisibil, număr de trecere viteze etc.), în condițiile modificării cu ușurință a parametrilor de intrare indicați mai sus. Cu aceeași ușurință se pot cerceta și parametrii energetici (forța de laminare și de tracțiune etc.)

Acești parametri tehnologici și energetici conduc — prin aplicarea metodelor de similitudine plastică — la datele necesare, pe baza cărora se poate proiecta și executa utilajul real.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Gorelik, A.M.* : Arcuri lamelare cu număr redus de foi. (Maloliștovîe ressorî). Artomobîlnaia promîșlenost Nr. 1, 1981, pag. 13—16.

[2] *Vorontov, H.M. ș.c.* : Laminarea longitudinală a profilelor periodice. (Periodiceskie profili prodolnoi procatki). Moscova, Metallurghia, 1978.

[3] *Danilov, B.D.* : Prelucrarea metalelor prin presiune (Obrobetca metallov davleniem), Moscova, Metalurghia, 1969, Cap. XVIII C—5—24.

CZ : 621.944

Tehnologie de fabricație la cald a țevilor pentru mufe din țevi sudate longitudinal

Ing. Onofrei **PARASCAN**, ing. Adrian Eugen **TEODORIU**,
ing. Eugen **OPREA**, ing. Radu **ȘERBĂNESCU** — Întreprinderea Metalurgică Iași

Mufele sînt piese din categoria fitingurilor din oțel, prevăzute cu filet cilindric interior, utilizate la îmbinarea țevilor din oțel pentru instalații. Dimensiunile și condițiile tehnice ale mufelor pentru țevi de instalații sînt reglementate prin standardul internațional ISO 50, prin standardul german DIN 2986 ediția 1977 și prin standardul român STAS 5560—81.

Semifabricatul utilizat la fabricarea mufelor de instalații îl constituie țevile din oțel cu dimensiuni apropiate de cele ale mufelor, care sînt prelucrate mecanic prin debitare la lungime, șamfrenare și alezare și apoi filetare interioară. Țevile pentru mufe se execută din oțel carbon obișnuit și se impune ca diametrul exterior să fie cît mai apropiat de cel al mufei, deoarece asupra acestuia nu se mai intervine cu nici un fel de prelucrare mecanică.

Pînă în prezent, țevile pentru mufe erau asigurate de la alte întreprinderi, fiind țevi fără sudură din oțel OLT 35 și avînd diametre și grosimi mari, ceea ce genera un consum ridicat de metal, pe lîngă consumul ridicat de scule, ca urmare a adaosurilor mari de prelucrare cauzate de abaterile mari de formă ale țevilor fără sudură și de pereți neuniformi.

Pentru evitarea acestor neajunsuri, acțiunile de cercetare au fost îndreptate pe două direcții și anume :

— reconsiderarea dimensiunilor semifabricatului, respectiv reducerea dimensiunilor țevilor pentru mufe la minimum posibil ;

— asimilarea unei noi tehnologii de fabricație pentru țevile de mufe, utilizînd țevi sudate longitudinal din oțel OL 32 — OL 37 în locul țevilor fără sudură.

La stabilirea noilor dimensiuni, s-a ținut cont de faptul că țevile sudate longitudinal se realizează cu abateri de formă mai restrînse și au pereți cu grosimea uniformă.

Țevile pentru mufe trebuie să aibă diametrul exterior minim egal cu cel al mufelor, iar grosimea de perete rezultă din calculul adaosurilor de prelucrare mecanică, pentru operațiile de alezare și filetare interioară.

În tabelul 1 sînt indicate dimensiunile mufelor de instalații, din gama cea mai uzuală de la 1/2" la 2".

La nivelul unui an, economia medie de metal, ce se înregistrează prin utilizarea țevilor sudate longitudinal pentru mufe în locul țevilor fără sudură, se estimează la 500 tone, aceasta numai la Intreprinderea Metalurgică Iași.

Rezultatele constatate încă din prima fază au impulsionat activitatea de cercetare, în faza următoare, pentru stabilirea și asimilarea noii tehnologii de fabricație la cald a țevilor de mufe, utilizînd țevi sudate longitudinal, pentru obținerea efectelor economice arătate.

Tabelul 1

Diametrul nominal al țevii de instalații	Diametrul exterior minim al mufei [mm]	Lungimea minimă a mufei [mm]
1/1"	26,4	34
3/4"	31.4	36
1"	39,5	43
1 1/4"	48,3	48
1 1/2"	54,5	48
2"	66.3	56

Trebuie remarcat faptul că dimensiunile țevilor pentru mufe din țevi sudate longitudinal nu sînt cuprinse în gama țevilor sudate longitudinal realizate pînă în prezent pe utilajele din țară. De aici a apărut necesitatea efectuării unor cercetări și calcule pentru găsirea soluției de realizare a țevilor de mufe pe utilajele existente, prin depășirea performanțelor laminoarelor și stabilirea noii tehnologii pentru fiecare dimensiune de țeavă de mufe.

În tabelul 2 sînt prezentate dimensiunile țevilor pentru mufe.

Micșorarea dimensiunilor țevilor pentru mufe, în cazul utilizării țevilor sudate longitudinal, a dus și la reducerea masei unitare, respectiv, la obținerea unei economii de metal.

Această economie de metal este pusă în evidență în tabelul 3, atît prin diferența maselor unitare, cît și prin numărul de bucăți de mufe ce pot fi realizate, în plus, dintr-o tonă de țeavă de mufe sudată, față de țeava de mufe fără sudură.

Procesul tehnologic de fabricare a țevilor sudate începe de la banda de oțel în rulouri, care este tăiată la lățimea corespunzătoare a țevii desfășurate ce se formează din această bandă, după care, în laminorul de țevi sudate, banda se profilează în corp cilindric cu fantă,

se sudează longitudinal prin curenți de înaltă frecvență, fără adaos de material, și este calibrată la exterior.

Tabelul 2

Mufa de instalații	Țeavă fără sudură pentru mufe			Țeavă sudată pentru mufe		
	Diametrul exterior [mm]	Grosimea de perete [mm]	Masa unitară [Kg/m]	Diametru exterior [mm]	Grosimea de perete [mm]	Masa unitară [Kg/m]
1/2"	27	5	2 71	26,4	4	2,21
3/4"	34	5,5	3,87	31,8	4	2,74
1"	41	6	5,18	39,5	4,5	3,88
1 1/4"	50	6,5	6,97	48,3	5	5,34
1 1/2"	57	7	8,63	54,5	5	6,10
2"	71	8	12,40	66,3	5	7,56

În continuare, pentru obținerea țevilor cu diametre mai mici, țeava este încălzită într-un cuptor electric sau cu gaz metan, pînă la temperatura de laminare, și trece apoi printr-un laminor reductor alungitor la cald, în final fiind debitată la lungimea dorită. Deci, după sudare, în continuarea procesului tehnologic, țeava este încălzită și laminată la cald pînă la dimensiunea finită dorită.

Tabelul 3

Mufa de instalații	Economia de metal la masa unitară [Kg/m]	Numărul de bucăți mufe pe tonă		
		Țeavă fără sudură [buc./t]	Țeavă sudată [buc./t]	Mufe realizabile în plus din țevi sudate [buc./t]
1/2"	0,50	9225	11310	2085
3/4"	1,13	6150	8680	2530
1"	1,30	3900	5200	1300
1 1/4"	1,63	2600	3400	800
1 1/2"	2,53	2100	3000	900
2"	4,84	1300	2100	800

În laminorul reductor alungitor la cald, are loc o reducere simultană a diametrului și a grosimii de perete, acestea fiind bine stabilite prin tehnologia adecvată și parametrii — calculați pentru fiecare dimensiune de țeavă finită.

Pentru țevile de mufe cu noile dimensiuni, a fost necesar, în primul rînd, să se rezolve problema formării și sudării țevilor cu grosimi de la 5 la 6 mm, pe liniile de țevi care fabrică în mod curent țevi cu grosimi de pînă la 4,5 mm, deci depășirea performanțelor utilajelor fără ca acestea să fie suprasolicitate, problemă realizată cu succes atît în faza de cercetare cît și în faza de experimentare, după care s-a asimilat în producția curentă și la alte țevi sudate.

După această asimilare parțială a noii tehnologii, au apărut dificultăți la laminarea la cald a țevilor finite, în laminorul reductor alungitor, și s-a apelat la tehnica de calcul electronic, pentru alegerea soluției optime, în ce privește atît numărul de caje de laminare, cît și parametrii dimensionali și energetici pentru fiecare cajă, la fiecare țeavă de mufe.

Laminorul reductor alungitor la cald are caje de laminare acționate individual, cu trei cilindri dispuși la 120°, care formează calibrul de laminare oval ce permite reducerea diametrului țevii sudate pînă la cel al țevii finite mici.

Elementele calibrului oval cu trei cilindri sînt înălțimea și lățimea notate cu H_1 și H_2, prin însumarea cărora se obține diametrul teoretic în caja respectivă, notat cu D_t :

$$D_t = H_1 + H_2$$

Celelalte elemente sînt raza teoretică notată cu R și excentricitatea notată cu E și acestea se determină cu relațiile următoare:

$$R = \frac{H_1^2 + H_2^2 - H_1 \cdot H_2}{2 \cdot H_1 - H_2}$$

$$E = R - H_1$$

Reducerea diametrului în caja i se calculează cu ajutorul diametrului teoretic din caja i, notat D_{ti} și din caja anterioară i—1, notat D_{ti-1}, cu relația:

$$R_{di} = \frac{D_{ti-1} - D_{ti}}{D_{ti-1}} \cdot 100 \quad [\%]$$

Pentru laminarea țevilor de mufe a trebuit să se utilizeze reduceri de diametru pe caje, cu valori de la 8,5% la 9,9%, care să permită obținerea — în condiții tehnologice optime — a țevilor finite la cald cu diametre și de calitate corespunzătoare.

Desigur, că — în toate aceste calcule — s-a luat în considerare coeficientul de dilatare de 1% la diametrul țevilor în stare de laminare.

Diametrele țevilor sudate eboșe de la care s-a început laminarea la cald, au fost două linii tehnologice distincte cu ∅114 mm și cu ∅ 89 mm, avînd parametri diferiți, dar cu rezultate favorabile în ambele cazuri.

Vitezele medii de sudare a țevilor eboșe au fost cuprinse între 0,5 și 0,7 m/s., respectiv acestea fiind și vitezele de intrare a țevilor în laminorul reductor alungitor la cald, deci la nivelul celor pentru țevile curente.

Vitezele la ieșirea din laminorul reductor alungitor la cald s-au situat între 1 și 5 m/s. deci în limitele normale.

În laminorul reductor alungitor la cald, reducerea de diametru are loc simultan cu reducerea grosimii peretelui țevii.

Reducerea de grosime se realizează prin alungirea țevii în procesul laminării la cald, după un calcul bine determinat al turațiilor cilindrilor din cajele cu trei cilindri antrenați.

Calculul turațiilor în cazul țevilor de mufe, s-a realizat cu ajutorul calculatorului electronic, determinîndu-se toate variantele posibile, dintre care s-au ales cele optime din punct de vedere tehnologic, acestea fiind experimentate și apoi aplicate în producția țevilor de mufe.

Se remarcă faptul că, în cazul lucrării de față, rezultatele activității de cercetare s-au concretizat în asimilarea unei noi tehnologii de fabricație pentru țevile de mufe din țevi sudate longitudinal, reduse prin laminare la cald, fiind introduse rapid în producția pentru intern și export în anul 1986 și ducînd la creșterea eficienței economice.

Avantajele noii tehnologii constau, deci, în economia de metal arătată la începutul lucrării, îmbunătățirea calității produsului finit, economie implicită de energie, creșterea productivității și, desigur, mărirea duratei de lucru a sculelor de prelucrare mecanică a mufelor de instalații.

CZ : 621.791.44

Sudarea prin frecare a arborelui primar de la cutia de viteză a autoturismului Dacia 1300

Dr. ing. Ioan **ARJOCA**, ing. Gheorghe **DINA** – I.S.I.M. Timișoara

1. Problemele actuale legate de necesitatea economisirii energiei de orice natură au orientat cercetarea științifică spre realizarea unor produse care satisfac aceste cerințe. Astfel, una din direcțiile spre care tinde procedeul de sudare prin frecare este înlocuirea unor piese forjate, mai greu de realizat (datorită formelor mai complexe), cu piese sudate alcătuite dintr-o combinație de componente forjate și laminate sau numai din componente laminate.

2. Arborele primar de la cutia de viteză de la autoturismul DACIA 1300 (inițial piesă integral forjată) se realizează din două componente (fig. 1), una forjată (corp) și cealaltă laminată (tijă). Tehnologia de sudare a acestui reper s-a elaborat în patru variante.

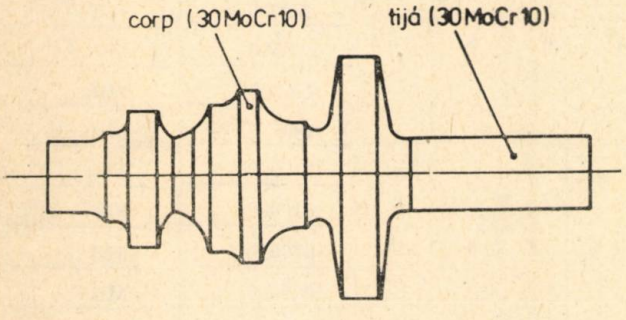


Fig. 1 Arbore primar — componente de sudat.

Varianta 1 fără tratament termic al componentelor de sudat înainte și după sudare.

Varianta 2 fără tratament termic înainte de sudare și cu tratament termic de normalizare după sudare.

Varianta 3 cu tratament termic de recoacere înainte de sudare și fără tratament termic după sudare.

Varianta 4 cu tratament termic de recoacere înainte de sudare și cu tratament termic de normalizare după sudare.

Regimurile de sudare utilizate (tab. 1) au fost studiate luîndu-se în considerare rezultatele obținute în urma încercărilor la tracțiune statică, aspectul macromicrostructural al sudurilor realizate și variațiile de duritate de-a lungul zonelor sudurii.

S-au considerat corespunzătoare regimurile de sudare la care ruperile au avut în materialul de bază (tijă) și cu care s-au realizat suduri fără defecte macromicrostructurale (goluri, fisuri, lipsă de legătură etc.), în conformitate cu condițiile de calitate impuse.

Deși din punct de vedere al rezultatelor obținute la tracțiune statică, toate cele patru variante corespund, analizele metalografice efectuate au evidențiat existența unor constituienți fragili și a unor vîrfuri de duritate — de neacceptat la variantele fără tratament termic după sudare (1 și 3).

Astfel, dintre variantele rămase corespunzătoare se utilizează varianta 2, cea mai economică (la care componentele de sudat nu se tratează termic înainte de sudare dar se aplică un tratament termic de normalizare după sudare) și regimul R_1 caracterizat de parametrii de sudare cuprinși în tabelul 1.

3. În urma cercetării efectuate, s-au obținut datele necesare pentru realizarea unei mașini

Parametrii regimurilor de sudare și rezultatele obținute în urma încercărilor la tracțiune statică

Varianta	Regimul	Parametrii regimurilor de sudare										Rez. la tracțiune statică	
		P_1 frecare		P_2 frecare		P_3 refulare		t_1 timp de frecare	t_2 timp de frecare	t_3 timp de refulare	scurtarea axială medie	Forța la rupere	Locul ruperii
		[bar]	[N/mm²]	[bar]	[N/mm²]	[bar]	[N/mm²]	[S]	[S]	[S]	mm	[N]	
1	R_1	30	124	40	155	80	310	3	5	5	~8,0	67200	MB
												68.1000	MB
												670000	MB
												660000	MB
												630000	MB
	R_2	30	124	50	187	100	373	3	4	5	~8,7	670000	MB
												680000	MB
												67700	MB
												655000	MB
												670900	MB
2	R_1	30	124	40	155	80	310	3	5	5	~8,0	640000	MB
												600000	MB
												650000	MB
												623000	MB
												615000	MB
	R_2	30	124	50	187	100	373	3	4	5	~8,7	555000	MB
												656000	MB
												663000	MB
												542000	MB
												625000	MB
3	R_1	30	124	40	155	80	310	3	5	5	~8,9	480000	MB
												477000	MB
												490000	MB
												481000	MB
												495000	MB
	R_3	30	124	40	155	80	310	3	6	5	~9,5	475000	MB
												478000	MB
												400000	MB
												483000	MB
												498000	MB
4	R_1	30	124	40	155	80	310	3	5	5	~8,9	710000	MB
												610000	MB
												670000	MB
												607000	MB
												584000	MB
	R_3	30	124	40	155	80	310	3	6	5	~9,5	690000	MB
												675000	MB
												643000	MB
												580000	MB
												560000	MB

de sudat prin frecare specializate MSF 30 S—AP (fig. 2) dotată cu :

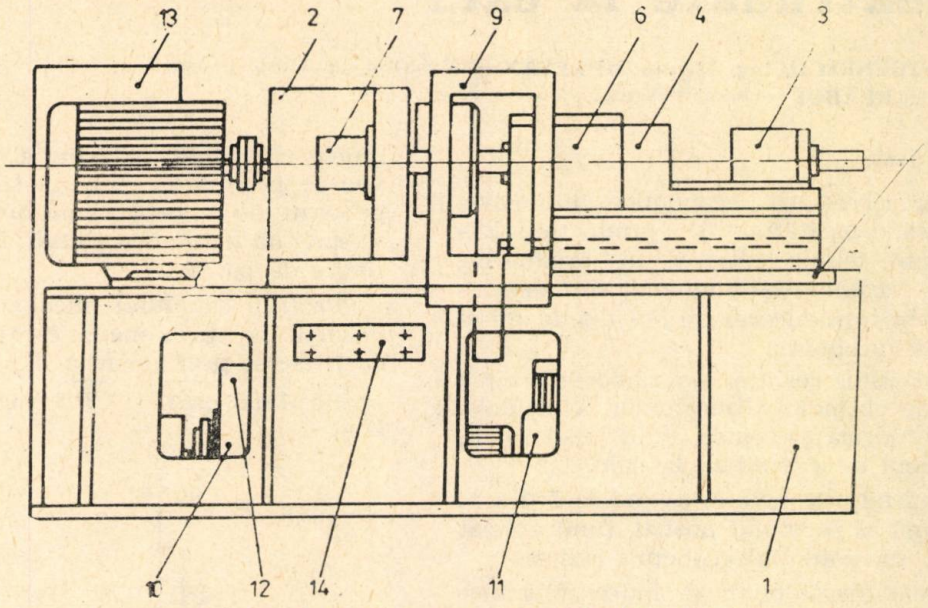
— monitor de control al parametrilor regimurilor de sudare;

— dispozitiv de debavurare.

— frînarea mandrinei : motor frînat în contracurent ;

— nr. cicluri de sudare/oră : minim 27 suduri/oră (productivitate) ,(debavurate) :

— masa aproximativă : 4200 kg;



1. Batiu
2. Mecanism de rotire
3. Sanie
4. Menghină
5. Pinolă
6. Dispozitiv de debavurare
7. Cilindru de forță
8. Ghidaj
9. Apărătoare
10. Instalație hidraulică
11. Instalație ungere
12. Serpentină de răcire
13. Dulap cu aparate
14. Pupitru de comandă

Fig. 2 Mașină de sudat prin frecare MSF—30—S—AP

Această mașină are următoarele caracteristici principale :

— forța axială maximă la frecare : 150 KN ;

— forța axială maximă de refulare : 300 KN;

— timp de frecare 1 : 0 ... 9,9 s ;

— timp de frecare 2 : 0 ... 99,9 s ;

— timp de frînare : 0 ... 9,9 s ;

— timp de refulare : 0 ... 9,9 s ;

— distanța minimă între mandrină și menghină : 20 mm ;

— tensiunea de alimentare : 3×220—380 V; 50 Hz :

— puterea instalației : 40 KW;

— turația motorului de antrenare :

— la sudare : 1460 rot/min;

— la debavurare : 720/min ;

— dimensiuni de gabarit :

— mașina : 2230 × 720 × 1350 mm ;

— dulap de aparate : 375 × 530 × 1140 mm ;

— panou hidraulic : 1600 × 1170 × 1650 mm ;

4. Utilizarea sudării prin frecare la realizarea arborelui primar de la cutia de viteză pentru autoturismele Dacia 1300 duce la o **eficiență economică rezultă din :**

— spor de producție : circa 500 mii lei/an ;

— reduceri de cheltuieli de producție : circa 400 mii lei/an ;

— beneficii : circa 200 mii lei/an.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Arjoca, I., Boarnă, Clara, Dehelean, Dorin :* Procedee neconvenționale de sudare. Editura „Facla ', Timișoara, 1980.

[2] *Arjoca, I. :* Cercetarea proceselor de sudare prin frecare cu și fără piesă intermediară. Teză de cla", Timișoara, 1980.

CZ : 621.73 : 621.951.45

Procedeu de realizare din oțel rapid a burghielor elicoidale, în gama ∅ 23...65 mm, prin extrudare la cald

Ing. Florin **STOENESCU**, ing. Mircea **MUREȘAN** – I.C.S.I.T.M.F.S, Filiala Brașov
Ing. Alexandru **READOI** – Întreprinderea de Scule Rîșnov

Generalități

Realizarea creșterii economice intensive, modernizarea capacităților de producție, ridicarea nivelului tehnic calitativ al produselor și creșterea productivității muncii, sînt deziderate ce impun introducerea de noi tehnologii și procedee de producție.

În baza acestor cerințe, s-a elaborat o nouă tehnologie de obținere a burghielor elicoidale, cu coadă cilindrică și conică, din oțel rapid, prin procedeul de extrudare la cald.

Procedeul nu este nou, el datînd încă din al doilea deceniu al secolului nostru, fiind aplicat de țările cu un potențial economic ridicat.

Rezultatele foarte bune au îndreptățit specialiștii să acorde o atenție deosebită procedeului extinzîndu-l la game din ce în ce mai mari de burghie (în funcție de utilajele din dotare), cît și la alte tipuri de scule : alezoare, adîncitoare, lărgitoare, freze cilindro-frontale etc.

În prezent, țări ca R.F.G., R.D.G., R.S.C și R.P. Chineză aplică în mod curent această tehnologie, cu rezultate foarte bune.

Considerații tehnice

Actualele procedee de obținere a burghielor în țară sînt tăierea din plin, pînă la ∅12 mm, laminarea pînă la ∅ 20 mm și frezarea din plin peste această dimensiune.

Dacă procedeul de laminare este economic, totuși este limitat de gabaritul și forțele ce trebuie să le dezvolte mașina; celelalte două procedee prin consumul ridicat de scule și metal, devin total neeconomice. De aceea noul procedeu vine să compenseze toate aceste neajunsuri.

În stabilirea noii tehnologii și a SDV-urilor aferente, s-a pornit de la un studiu teoretic al profilului din secțiunea transversală a burghiului, pentru a defini în final profilul matriței de extrudare și totodată secțiunea de ieșire a burghiului extrudat.

Folosind metoda analitică de calcul, s-a determinat profilul din secțiunea tranversală, pentru toată gama de diametre.

La baza acestui calcul stă ipoteza potrivit căreia canalele de evacuare a așchiilor, la burghiele elicoidale, constituie — din punct de vedere geometric — niște suprafețe elicoidale generate de o curbă plană bine determinată, ce se sprijină pe o elice cilindrică de pas P_E și un unghi de pantă.

Profilul canalului elicoidal într-o secțiune normală pe elicea medie este prezentat în figura 1. Acest profil (curba Γ) este format din arcele $\overset{\frown}{AMB}$, $\overset{\frown}{BNC}$ și $\overset{\frown}{CPD}$ racordate în punctele **B** și **C**.

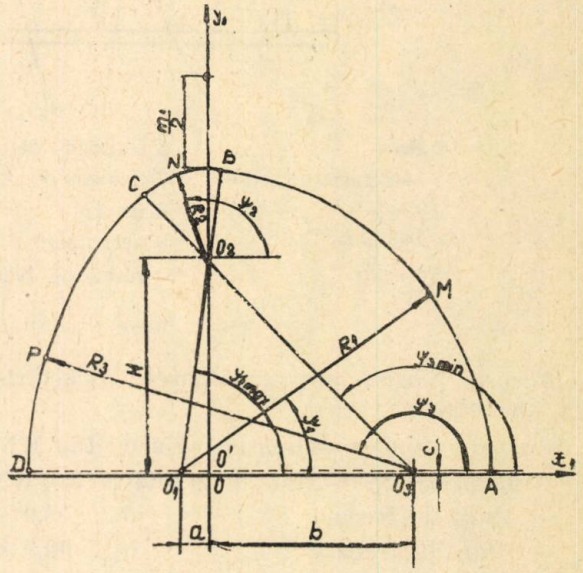


Fig. 1 Profilul canalului elicoidal în secțiunea normală pe elicea medie.

Ecuațiile parametrice sînt :

$$
\left.\begin{array}{l}
\text{pentru } \overset{\frown}{AMB} \\
\left\{\begin{array}{l} x_1 = R_1 \cos\psi_1 - a \\ y_1 = R_1 \sin\psi_1 \end{array}\right. \quad \text{cu } \psi_1 \in [0,\ \psi_{1\,\max}] \\
\text{pentru } \overset{\frown}{BNC} \\
\left\{\begin{array}{l} x_1 = R_2 \cos\psi_2 \\ y_1 = R_2 \sin\psi_2 + H \end{array}\right. \quad \text{cu } \psi_2 \in [\psi_{1\,\max},\ \psi_{3\,\min}] \\
\text{pentru } \overset{\frown}{CPD} \\
\left\{\begin{array}{l} x_1 = R_3 \cos\psi_3 + b \\ y_1 = R_3 \sin\psi_3 + c \end{array}\right. \quad \text{cu } \psi_3 \in [\psi_{3\,\min},\ \pi]
\end{array}\right\} \quad (1)
$$

Limitele de variație ale parametrilor ψ_1, ψ_2, ψ_3 se determină din condiția de racordare prin tangenta comună a punctelor **B** și **C** astfel :

$$\cos\psi_{1\,max} = \frac{O_1O}{O_1O_2} = \frac{a}{R_1 - R_2};$$

$$\psi_{1\,max} = \arccos\frac{a}{R_1 - R_2} \qquad (2)$$

$$\cos(180^\circ - \psi_{3\,min}) = \frac{b}{R_3 - R_2};$$

$$\psi_{3\,min} = 180^\circ - \arccos\frac{b}{R_3 - R_2}$$

Operînd anumite notații în aceste relații, obținem ecuația profilului normal pe elicea medie.

$$(\Gamma):\begin{cases} x_1 = k\cos\psi + A \\ y_1 = k\sin\psi + B \\ z_1 = 0 \end{cases} \qquad (3)$$

Scrisă sub formă matricială, devine :

$$(\Gamma) = \begin{Vmatrix} k\cos\psi + A \\ k\sin\psi + B \\ 0 \\ 1 \end{Vmatrix} \qquad (4)$$

Pentru determinarea ecuației profilului normal pe axa burghiului vom scrie ecuația de mai sus raportată la un sistem aflat în plan normal pe elicea medie a canalului elicoidal și într-un alt plan normal pe axa burghiului.

Notînd cu ω unghiul de pantă al elicei medii și cu P_E pasul, ecuația (4) printr-o mișcare de rotație φ și una de translație $h\cdot\varphi$ cu h parametru elicoidal devine:

$$h = \frac{P_E}{2\pi}$$

$$S_c =$$

$$= \begin{Vmatrix} k\cos\psi\cos\omega\cos\varphi + A\cos\omega\cos\varphi - \\ -k\sin\psi\sin\omega - \left(B - \frac{m_1}{2} - H - R_2\right)\sin\varphi \\ k\cos\varphi\cos\omega\sin\varphi + A\cos\omega\sin\varphi + \\ + k\sin\psi\cos\varphi + \left(B - \frac{m_1}{2} - H - R_2\right)\cos\varphi \\ -k\cos\psi\sin\omega - A\sin\omega + h\varphi \end{Vmatrix}$$

Care se mai poate scrie :

$$\begin{cases} X = k\cos\omega\cos\psi\cos\varphi + A\cos\omega\cos\varphi - \\ -k\sin\psi\sin\varphi - \left(B - \frac{m_1}{2} - H - R_2\right)\sin\varphi \\ Y = k\cos\omega\cos\psi\sin\varphi + A\cos\omega\sin\varphi + \\ + k\sin\psi\cos\varphi + \left(B - \frac{m_1}{2} - H - R_2\right)\cos\varphi \\ Z = -k\cos\psi\sin\omega - A\sin\omega + h\varphi \end{cases}$$

Pentru secțiune normală pe axa burghiului $Z=0$

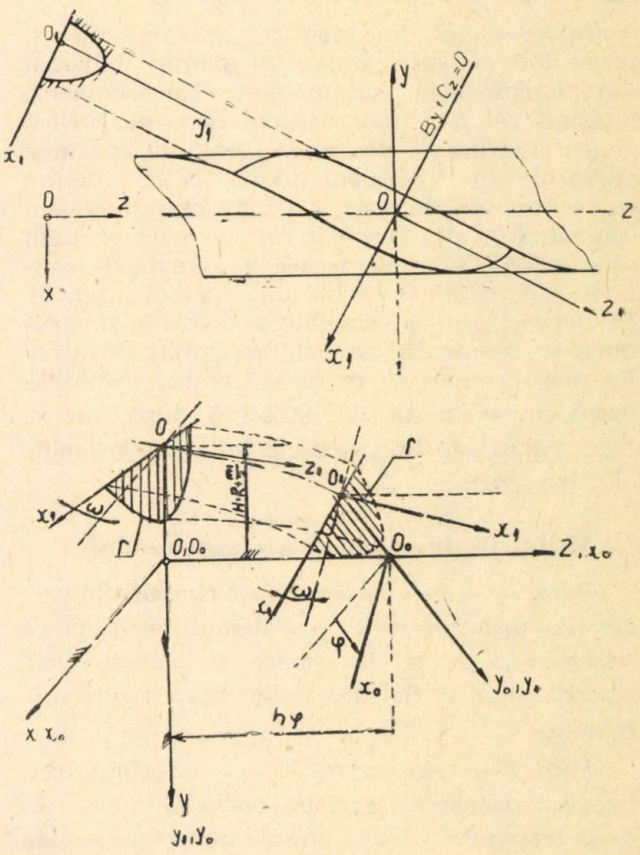


Fig. 2

Cu această ecuație s-a calculat profilul canalului burghiului elicoidal pentru toate mărimile. Metoda de calcul are un caracter general, putînd fi particularizată pentru orice diametru al burghiului.

Expunerea principiului de lucru la extrudarea burghielor

Extrudarea, procedeu de deformare plastică, a fost adaptată în varianta extrudare directă, într-o matriță deschisă, care are profilul conjugat cu cel al burghiului ce urmează a fi obținut. Pentru a facilita o curgere mai ușoară

și uniformă și pentru a micșora cursa poansonului, se folosește — în combinație cu matrița de extrudare — așa numitul inel de preextrudare, care aduce semifabricatul la diametrul nominal al burghiului, după care trece prin profilul conjugat al matriței de extrudat. Semifabricatul, obținut prin sudare cap la cap a cozii din OLC 45 și partea activă din Rp 5, care va fi extrudat, are diametrul mai mare pentru a permite extragerea lui din matriță.

Operația se execută pe un dispozitiv de extrudat, proiectat pentru a funcționa pe presă de 400 to forță tip I.M.U.P.F. Tg. Jiu.

Operația de extrudare a burghielor se execută după următorul ciclu (fig. 3).

Întreg ciclul, începînd cu alimentarea și terminînd cu extragerea burghiului extrudat din matriță, este automatizat. De asemenea, folosind căldura înmagazinată de semifabricat pentru extrudare, din același cald se continuă operațiile de tratament termic-călire-revenire — în trei băi de sare, operație executată mecanizat (fig. 4). Dispozitivul pentru extrudat se montează și se centrează în găurile de centrare ale mesei și berbecului presei (fig. 5). Pe berbec, prin intermediul unor bride și șuruburi, se montează un subansamblu poanson. Pe masa presei, se montează restul dispozitivului, într-o ordine bine stabilită, după care se face reglarea în funcție de gamele dimensionale ale burghielor.

Modul de funcționare a dispozitivului

Faza 1 — închiderea dispozitivului. Subansamblu poanson ridicat, subansamblele placă superioară, placă inferioară și placă port matriță strînse. Se face alimentarea cu semifabricat.

Faza 2 — extrudare. Prin coborîrea berbecului, poansonul execută cursa de lucru în două trepte de viteze : una de apropiere rapidă și una de lucru.

Faza 3 — retragerea poansonului. Retragerea rapidă a poansonului solidar cu berbecul presei.

Faza 4 — eliberarea cozii burghiului. Cînd poansonul a atins limita superioară, intră în acțiune perna hidraulică a presei, care — prin intermeriul tijelor de antrenare și a coloanelor de ghidare — pune în mișcare placa superioară de care este montată cămașa cu bucșa de alimentare, pînă la eliberarea cozii burghiului.

Faza 5 — extragerea din matriță. Placa superioară continuă ridicarea antrenînd și placa intermediară, prin coloanele de ghidare, simultan cu ridicarea plăcii intermediare; începe rotirea matriței prin sistemul motor electric — melc roată melcată. După scoaterea burghiului sistemul revine la poziția inițială pentru începerea unui nou ciclu.

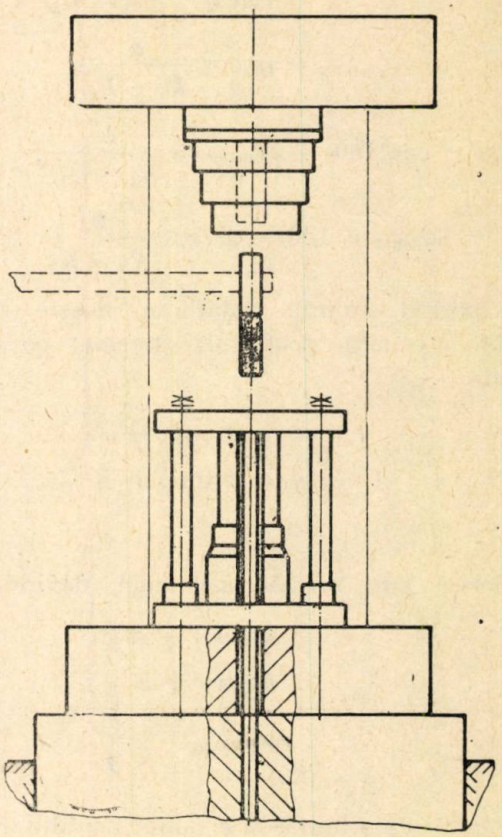


Fig. 3, a Închiderea și alimentarea matriței

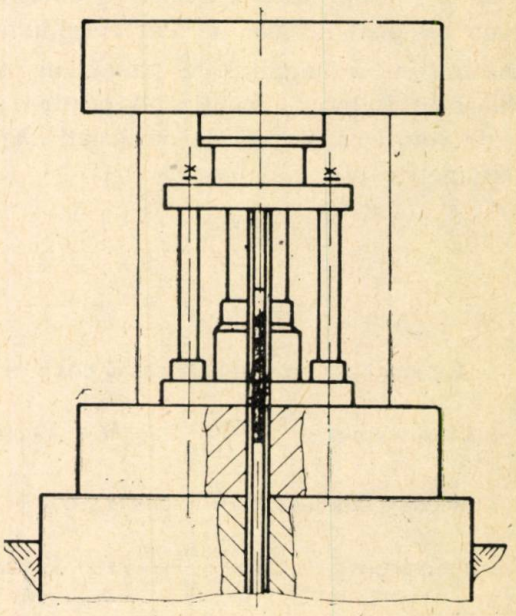


Fig. 3, b Extrudare.

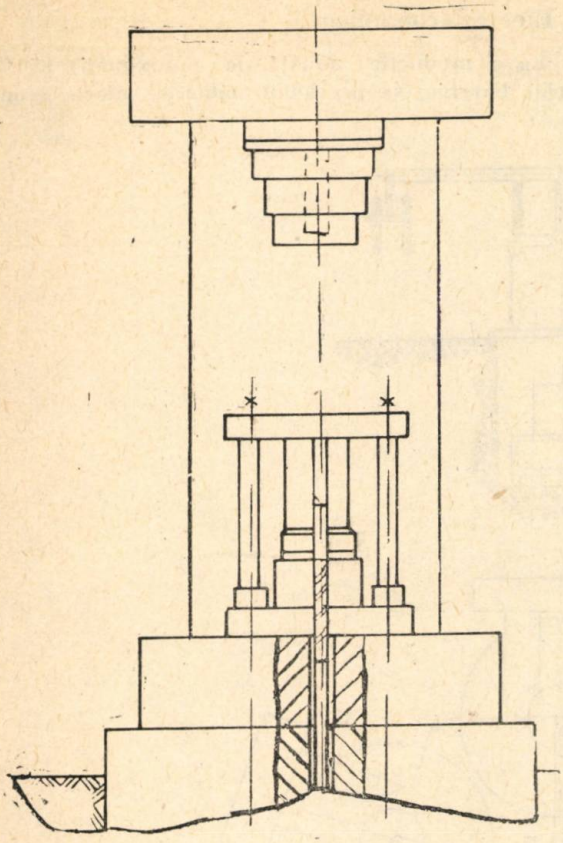


Fig. 3, c Retragerea poanson

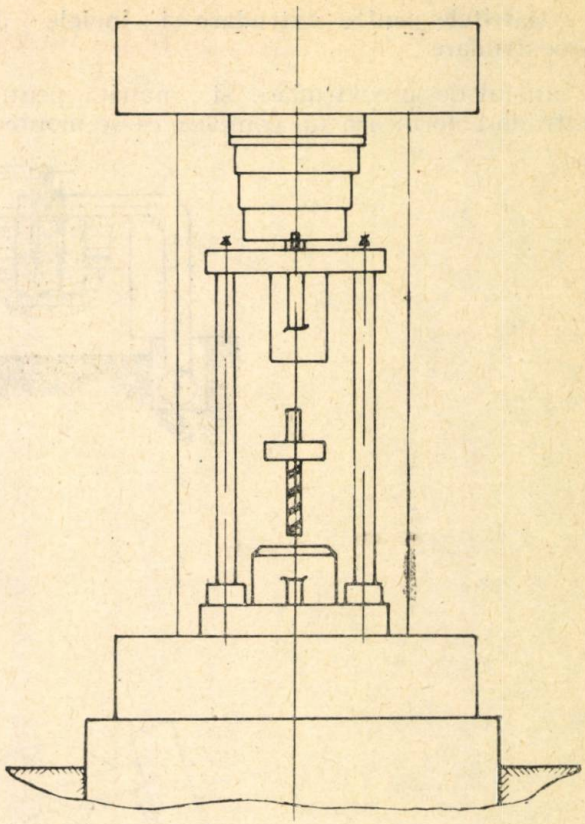


Fig. 3, e Extragere matriță.

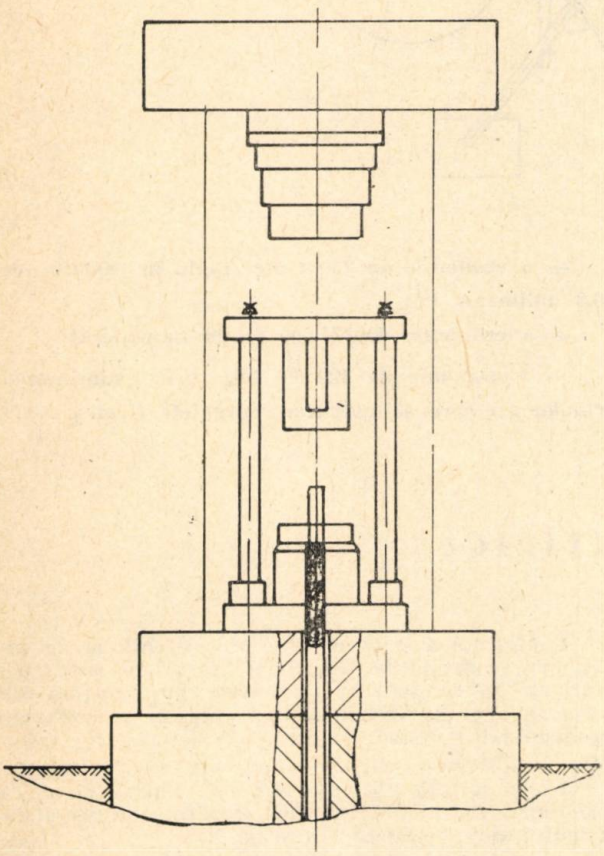


Fig. 3, d Eliberare coadă.

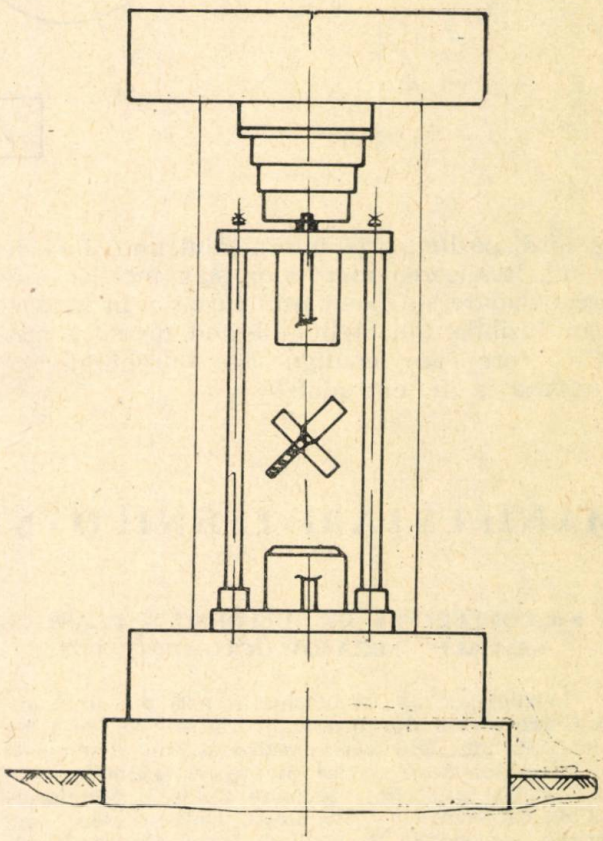


Fig. 3, f Basculare și scoatere.

Matrițele pentru extrudare și inelele de preextrudare

Inelul de preextrudare și matrița pentru extrudare formează un complex ce se montează în dispozitiv, prin intermediul unui inel de fretaj. Realizarea matrițelor și a inelelor de preextrudare s-a făcut prin turnare, în modele ușor fuzibile, din stelit, folosind un miez metalic care are configurația burghiului ce urmează a fi extrudat.

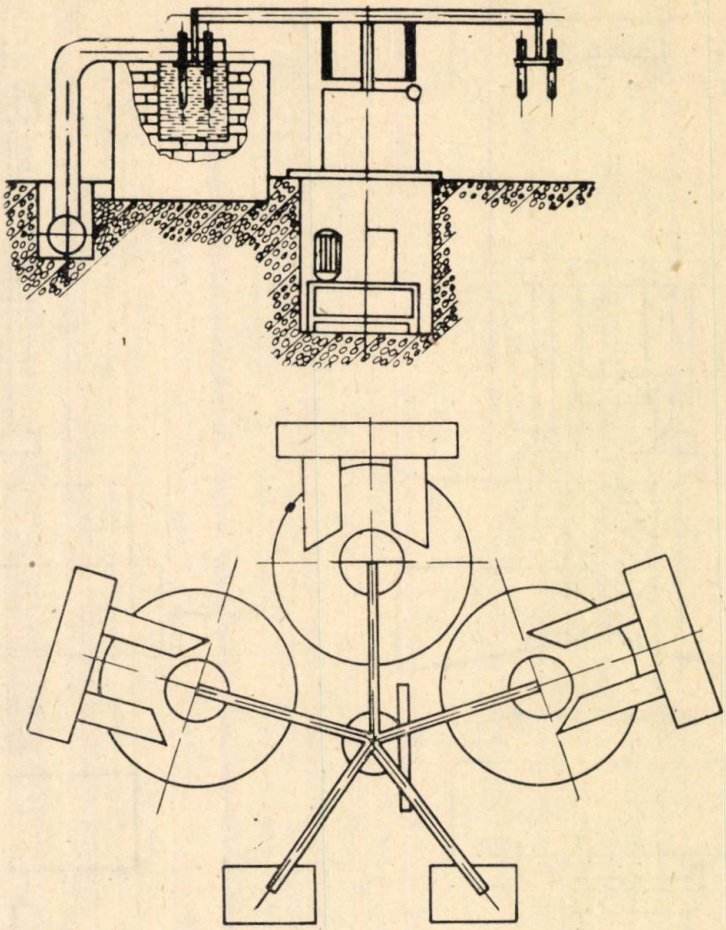


Fig. 4

Efecte economice

La o producție anuală de aproximativ 650.000 bucăți burghie, se prevăd următoarele efecte economice :

— o economie de 250 t oțel rapid în valoare de 19,8 milioane lei;

— o economie de 127.000 lei la manoperă;

— o economie de 123.000 lei, prin suprimarea sculelor cu care se executau burghiele (freze).

MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

A 8-a CONFERINȚĂ DE DEFORMĂRI PLASTICE LA CALD — BRAȘOV OCTOMBRIE, 1986

În zilele de 23—24 octombrie 1986 au avut loc, la Universitatea din Brașov, lucrările celei de-a 8-a Conferințe de deformări plastice la cald, organizată de Institutul de Cercetări Științifice, Inginerie Tehnologică și proiectări sectoare Calde și Metalurgie (I.C.S.I.T.P.S.C.M.) — București, Universitatea din Brașov și Consiliul Național al Inginerilor și Tehnicienilor.

Conferința a avut drept scop prezentarea de soluții noi, constînd în tehnologii și utilaje originale, destinate să conducă la reducerea consumurilor de metal și energie îmbunătățirea calității și creșterea productivității muncii în domeniul deformărilor plastice a pieselor.

La conferință au participat un număr de circa 200 reprezentanți din 90 uzine, institute de cercetare și centre universitare din întreaga țară.

Au fost prezentate 45 comunicări, în care au fost expuse rezultatele obținute în cercetarea tehnologică

și constructivă, nivele tehnice realizate, noi utilaje și sisteme de mecanizare, mijloacele de reducere a consumurilor și de asigurare a calității.

Creșterea producției de piese forjate, față de anii anteriori, prevederile pentru anul 2000 (fig. 1), performanțele și nivelele de calitate ale produselor care se prevăd a fi asimilate, precum și optimizările consumurilor de materiale, manoperă și mai ales de energie, care s-au manifestat și se prevăd în continuare în ansamblul economiei mondiale, s-au reflectat cu preocupări în majoritatea comunicărilor și dezbaterilor conferinței.

Lucrările s-au desfășurat în două secții, cu următoarea tematică generală.

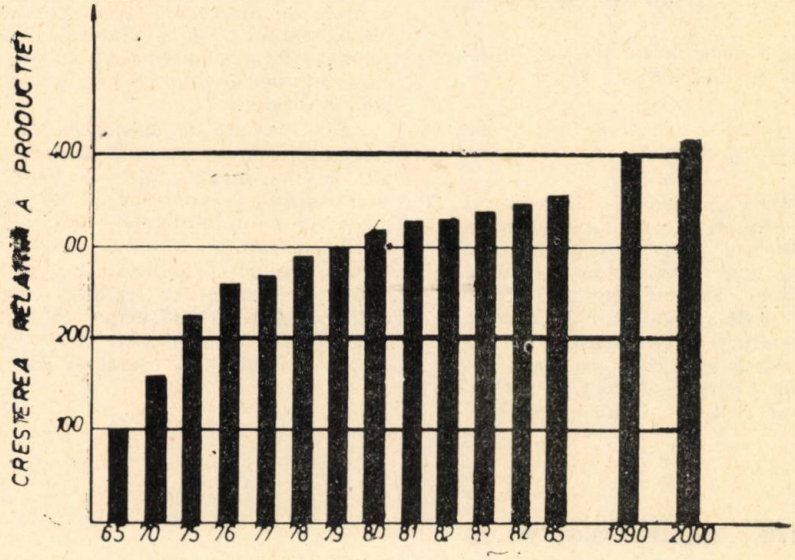
Preocupările pentru **creșterea productivității muncii și asigurarea calității** s-au reflectat în referatele:

„Soluții tehnice și constructive pentru creșterea durabilității și productivității sculelor în exploatare" (S. Tănase I.A. Pitești);

„Utilizarea metodei Shore la determinarea tensiunilor interne în piese forjate" (Fr. Lammert, I.V. Arad);

„Studiul solicitărilor matrițelor folosind metoda elementului finit (I. Drăgan, L. Nistor — I.P. Cluj-Napoca);

„Influența forjării asupra tenacității oțelului carbon" (M. Băltănoiu — I. Electroputere Craiova);



EVOLUTIA PRODUCTIEI DE PIESE FORJATE
1965 - 1985 SI PROIECTIE PENTRU 2000

Fig. 1

La secția a I-a problema **reducerii consumurilor de metal** s-a reflectat cu deosebire prin referatele:

„Cercetări privind realizarea flanșelor prin matrițare orbitală" (I. Drăgan — Tr. Canta de la I. P. Cluj-Napoca);

„Variante tehnologice pentru obținerea butucului torpedo" (Al. Maniu, Rodica Florea, T. Florea de la „Universitate, și I. Autocamioane Brașov);

„Tehnologie de laminare a inelelor profilate pe laminor orizontal" (M. Pridvornic — ICSITPSCM și F. Lammert I.V. Arad);

„Matrițarea fuzetelor de la tractoarele industriale" (D. Iancu, Gh. Petcu — ITMA Craiova);

„Unele aspecte privind fabricarea prin laminare a foilor de arc cu secțiune variabilă" (V. Moldovan, M. Țuțurea — I.P. Cluj-Napoca).

Aspectele **optimizării energetice a proceselor de încălzire pentru forjare** au fost tratate în comunicările:

„Probleme privind consumurile specifice energetice la încălzirea inductivă pentru forjare" (T. Dunca și I. Bojiță ICSITPSCM);

„Încălzirea zonală prin inducție a unor piese cu secțiune variabilă" (A. Sipoș și P. Carvaci ICSITPSCM);

„Tehnologie de realizare a pieselor forjate, cu consum redus de energie și manoperă (I. Arjoca și Gh. Dima ISIM — Timișoara).

„Tehnologii neconvenționale de pregătire antigripantă a oțelurilor înalt aliate supuse deformării plastice la rece" (I. Maftei, I.M.S. — Brașov).

Alte materiale s-au referit la extruziunea la cald a burghielor elicoidale din oțel rapid, (F. Stoenescu — ICSITMFS — Brașov), forjarea aliajelor de titan pentru industria aeronautică (N. Antonescu — ICSITPSCM), relații de dimensionare a poansoanelor pentru imprimarea la rece a matrițelor (A. Popa — Universitatea Brașov). Rezultatele obținute la realizarea prin deformare plastică a știfturilor pentru un colector CNE au fost prezentate de G. Miheț (IMGB).

Problematica secției a II-a s-a axat pe **introducerea mecanismelor în secțiile de forjă** și este reprezentată prin referatele:

„Mecanizările grupurilor tehnologice de forjare matrițare (D. Gribovschi — ICSITPSCM Cluj-Napoca);

„Roboți și manipulatoare de forje" (L. Lupușanschi, D. Stujac, C. Cristescu — ICSITPSCM București);

„Mecanizarea operațiilor de transfer table la piesele de ambutisare la cald" (M. Rusu, S. Tigăreanu ș.a. ICSITPSCM Cluj-Napoca);

„Mecanizarea liniei de matrițare biele" (E. Dorianu, G. Fodor ș.a. — ICSITPSCM Cluj-Napoca).

Problemele deosebite ridicate de **asimilarea utilajelor specifice realizării de componente nucleare** au fost expuse în referatele:

„Instalație de acționare hidraulică pentru presa de matrițare și ambutisare multidirecțională, utilizînd presiuni pînă la 1000 barr cu deplasare sincronă a pistoanelor laterale" (D.F. Ionescu, C. Cristescu — ICSITPSCM — București);

„Prese hidraulice multidirecționale cu presiune tehnologică interioară, pentru executarea racordurilor din țeavă" (F. Solymoși, M. Rădulescu ș.a. ICSITPSCM — Cluj-Napoca).

Introducerea metodelor moderne de calcul la proiectarea preselor a constituit un subiect dezvoltat în special de către școala de la Cluj-Napoca prin referatele :

„Calculul asistat de calculator al batiurilor de prese încărcate simetric" (V. Moldovan, M. Bejan, D. Grecu) ;

„Elemente de calcul al batiurilor de tip cadru utilizate în construcția preselor hidraulice" (V Moldovan, D. Bejan) ;

„Calcul complex al batiurilor de prese asistat de calculator" (V. Moldovan, C. Salmet, A. Giurgiu, C. Szabo).

Toate referatele au dat naștere la discuții și comentarii interesante, completînd astfel conținutul conferinței și arătînd interesul participanților pentru aplicarea și generalizarea unor tehnologii eficiente de reducere a consumurilor tehnologice la nivele comparabile cu alte țări înalt dezvoltate industrial, bazate pe concepția și producția românească. De un deosebit interes s-a bucurat o expoziție poster, organizată în sălile conferinței de către I.C.S.I.T.P.S.C.M. împreună cu Universitatea Brașov. S-au prezentat realizările obținute pînă acum prin valorificarea concepției proprii, în tehnologii și utilaje, indicatori economici și proiecția lor pentru anul 2000, direcțiile de dezvoltate, programele de tipizare, machete pentru utilaje de performanță ca de exemplu presa de matrițare multidirecțională și extruziune.

Din dezbateri au reieșit o seamă de propuneri din care se conturează necesitatea întăririi colaborării învățămînt-cercetare-industrie, cu particularizare la proiectarea asistată de calculator a utilajelor, a sculelor de performanță și a proceselor tehnologice.

S-a accentuat necesitatea aprofundării cercetărilor privind lubrifianții și soluțiile protectoare, organizarea și implementarea sistemelor de asigurare a calității, investigarea de către I.S.I.M. — Timișoara a ariei de aplicare a producerii sau remedierii de piese asamblate prin sudare cu frecare în locul pieselor matrițate, intensificarea și extinderea de aplicare a programelor de extruziune la cald și a matrițării orbitale.

S-a propus, de asemenea ca domeniul tematicii conferinței să se extindă asupra deformărilor plastice ale pieselor în general — la cald și la rece — aceasta reprezentînd o tendință de lărgire a preocupărilor si a disciplinelor implicate.

În ansamblu Conferința s-a caracterizat prin nivelul ridicat, conținutul variat al comunicărilor, animația discuțiilor, legăturile, schimbul de idei și date obținute, desfășurîndu-se într-o atmosferă de colegialitate constructivă sub semnul progresului economic, tehnic și social al patriei noastre.

Ing. Armand Vasiliu

NOUTĂȚI ÎN DOMENIUL MOTOARELOR AUTO

În toamna anului 1986 au fost prezentate presei internaționale de specialitate două serii noi de motoare. Pentru seria de camioane mijlocii, modelul de bază este motorul de tipul PHASER-Anglia. Există în variante de 4 și 6 cilindri, acoperind domeniul de putere de la 62,5 ... 130,5 KW.

Aceste motare există în variante : cu admisiune naturală, turbosupraalimentate și cu turbosupraalimentare și răcire intermediară. Elementul nou, important al acestar motaore (care începînd din 1987 vor fi executate și în R.F.G.), îl constituie noul sistem de ardere pentru M A C (motor cu aprindere prin compresii).

La baza cercetărilor camerei de ardere a stat sistemul PERKINS. Utilizînd un anemometru cu laser Doppler (aparat care analizează, printre altele, și deplasarea agentului de răcire în reactorul nuclear), s-au efectuat multe cercetări în interiorul cilindrului și al camerei de ardere. Cu acest aparat s-a reușit a se aprecia, cu exactitate, deplasarea fluxului de gaze în cilindrul unui M A C în funcțiune.

Rezultatele acestor cercetări s-au concretizat într-o nouă geometrie a camerei de ardere „QUADRAM" (fig. 1).

Noua configurație a camerei asigură o desfășurare progresivă a arderii, cu presiuni mari reduse, reducîndu-se prin aceasta și solicitarea motorului. Astfel, solicitarea bielei și a arborelui motor este simțitor redusă, ceea ce are o influență directă asupra dimensionării raționale a lagărelor. De altfel, reducerea consumului de ulei de lubrifiere cu circa 8% constituie argumentul principal al eficienței majorate în funcționare. Prin adoptarea acestei camere de ardere, se constată că întîrzierea la aprindere (durata dintre începutul injecției și începutul arderii) se reduce, iar vîrful de presiune maximă se reduce, rezultînd totodată și reducerea nivelului de zgomot al procesului de ardere cu aproximativ 3 dB (A).

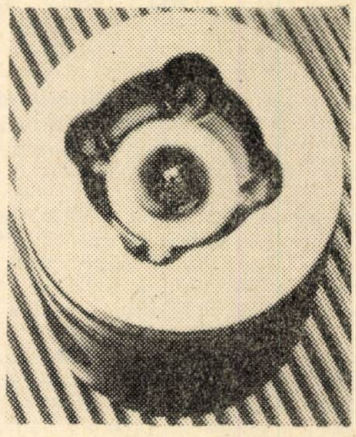


Fig. 1 Noua cameră de ardere QUADRAM.

Construcția tip QUADRAM a camerei de ardere prezintă în plus și avantajul unui cîmp de toleranțe mai larg.

Astfel, în acest sens, un exemplu îl poate constitui volumul existent între muchia superioară a pistonului și chiulasă (cînd pistonul ajunge în poziția limită la PMI).

În mod obișnuit, are o mare importanță ca acest volum să fie cît mai redus posibil, desfășurarea arderii depinde de fracțiunea de amestec gazos ce pă-

trunde în acel spațiu. În cadrul noului procedeu, este posibil ca jocul lăsat între muchia superioară a pistonului, aflat la PMI, și chiulasă să fie cuprins între limite mai largi (0,175 ... 0,425 mm), fără ca aceasta să aibă vreo influență defavorabilă asupra funcționării sau puterii dezvoltate de motor.

La finele lunii iulie 1986 urma a se realiza primul M.A.C. de serie, rapid, cu injecție directă, aplicat pe un autoturism. Motorul, denumit PRIMA (fig. 2), constituie tipul de bază al unei familii destinate a fi utilizate pe autoutilitare, turisme, mașini speciale, sau ambarcațiuni. Motorul are o cilindriee de 2 litri și va fi executat în două variante.

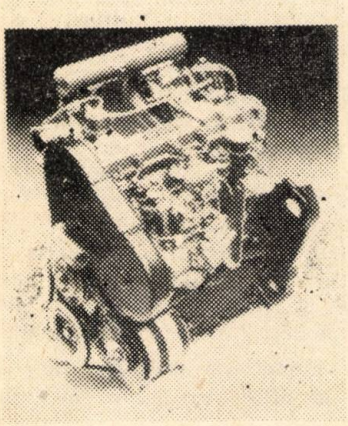


Fig. 2 Motorul PRIMA — Perkins, cu injecție.

Tipul de motor 65 are o putere de 46 KW, la o turație de 4500 rot/min. Cuplul maxim este de 122 Nm la 2500 rot/min Versiunea acestui motor cu turbosupraalimentare realizează 59,5 KW, tot la 4500 rot/min, iar cuplul maxim la aceeași turație de 2500 rot/min devine de 154 Nm.

Pentru aplicații industriale, se va utiliza motorul reglat la 28 KW, cu turația redusă la 2400 rot/min.

Combustibilul este injectat, la aceste motoare noi, direct în camera de ardere, dispusă în capul pistonului.

Acest procedeu este mai eficient decît cel utilizat pînă acum pentru M.A.C., destinate turismelor, cu injecție indirectă, la care combustibilul este injectat într-o antecameră, integrată în capul pistonului.

Noua configurație a locașului camerei de ardere din capul pistonului (fig. 3) asigură un amestec perfect al combustibilului injectat cu aerul proaspăt. Acest amestec se realizează într-un timp atît de scurt, încît pentru un M.A.C. de autoturism a devenit posibilă

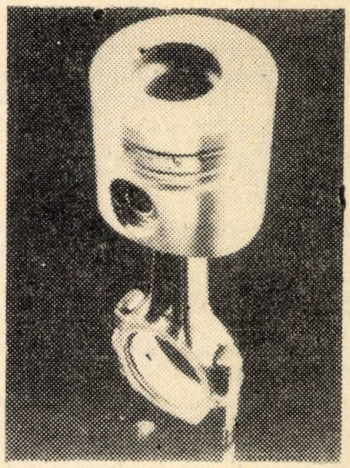


Fig. 3 Noua configurație a camerei de ardere.

adoptarea unei turații de peste 4000 rot/min. Noul motor, a cărui cercetare începuse din anii '70, va fi adaptat pe automobilele firmei AUSTIN-ROVER. Durata de exploatare se prelungește cu 2500 ore de funcționare, ceea ce corespunde unui parcurs de 160.000 km.

Realizarea acestui nou tip de motor este rodul colaborării „Societății engleze de dezvoltare pentru comerț și industrie" cu firmele PERKINS și AUSTIN-ROVER.

Capacitatea de producție, atît a atelierelor de fabricație cît și a bancurilor de probe este de 80.000 (buc./an) ... 100000 (buc./an).

La începutul anului 1987 va începe fabricația noului motor „Seria 500" destinat unor aplicații industriale și marine.

Din ianuarie pînă în septembrie 1986, în cadrul producției „cap de serie" s-au efectuat încercări de banc, testări diverse, s-a pus la punct pregătirea fabricației pentru producția de serie a acestui motor.

Dr. ing. GABRIELA CRIȘAN

RECENZII

PRIDVORNIC MIHAI, TĂNASE SERGIU

Îndrumător tehnologic al muncitorilor forjori. Ed. Tehnică, București, 1986, 390 pag., 300 fig., 140 tab., 43 ref. bibl., 22 lei.

Cartea reprezintă o sinteză a literaturii la zi, într-o prezentare adecvată muncitorilor forjori, completată cu o serie de date practice rezulate din experiența cumulată a autorilor.

In carte se păstrează clasificarea logică a activităților de forjare, abordînd atît aspectele tehnologice, cît și cele de utilaje, exploatare și asigurare a calității.

Cartea este împărțită în 11 capitole omogene, dezvoltate cu fundamentări teoretice și de calcul accesibile, urmate de descrieri și recomandări practice utile în producție.

Capitolul 1 descrie — succint — noțiuni, factori și procese, specifice deformării plastice, urmate de o descriere și o clasificare conform normelor în vigoare, a materialelor standardizate pentru aceste operații (cap. 2).

Operații principale ale porjării, descompuse pe metode și faze, sînt prezentate în continuare cu un foarte util material de documentar de uz practic (norme, clasificări, scheme).

Varietatea debitărilor a utilajelor și SDV-urilor pentru această operație este dezvoltată analitic, conducînd la indicatorii de utilizare a diverselor procedee sinterizate în tabelul 4.1.

Încălzirea (cap. 5) este tratată sub multiplele sale aspecte, conducînd la analiza comparativă a mijloacelor de încălzire, din punct de vedere al consumurilor

energetice, fără a omite prezentarea căilor de reducere a acestora (5.6) și recomandările de exploatare.

Forjarea liberă și matrițarea (cap. 6 și 7) sînt prezentate cu toate particularitățile specifice, tipurile de utilaje, operațiile și soluțiile practice pentru SDV-uri, (clasificări, criterii sintetice de dimensionare, exemple, etc.).

Procedeele speciale (cap. 8) sînt prezentate sintetic, modul lor de tratare permițînd trecerea la abordările mai detaliate din manualele specializate.

Defectele pieselor forjate (cap. 10) sînt tratate conform clasificării actuale din STAS suportînd o dezvoltare mai extinsă și completarea cu exemple și analize cauză — efect.

Datele privind exploatarea, întreținerea și execuția matrițelor (cap. 11) sînt utile și recomandările de protecția muncii, pot servi ca îndrumător de bază pentru muncitori și elevii școlilor medii și profesionale.

În general tabelele sinoptice de la fiecare capitol sînt de o reală utilitate.

În ansamblu, lucrarea pune la dispoziție date practice, soluții generale, criterii de abordare a tehnologiilor care își dovedesc necesitatea și sînt de folos tuturor celor implicați în procesele de producție.

* *
*

Dr. ing. Mihai Pridvornic (1937—1986) a fost unul din inginerii metalurgi cu o remarcabilă activitate atît în cercetare, învățămînt, cît și în domeniul răspîndirii celor mai noi cunoștințe prin literatura de specialitate.

Absolvent al Facultății de Metalurgie din București, în 1959, activează ca inginer la I.M.A. — Semănătoarea din București, iar apoi în proiectare, inginerie tehnologică și cercetare la I.C.T.C.M. și din 1973 la I.C.S.I.T.P.S.C.M. — București.

Participă la importante programe de cercetare și implementare de tehnologii noi, cu precădere în domeniul extruziunii la cald și la rece. Studiază procesele de frecare și lubrifiere și diverse aspecte economice ale domeniului.

O intensă activitate de cadru asociat la Facultatea de Metalurgie, precum și de colaborator timp de peste 20 ani al revistelor de specialitate, oficiilor de documentare (1963—1986) și Editurii Tehnice, îi confirmă prestigiul profesional.

În 1977 obține titlul de doctor în Metalurgie la Institutul Polithnic din București.

În afară de lucrarea recenzată și numeroase articole în revista „Construcția de mașini", „Metalurgia", sinteze în colecția „Deformări plastice" a O.I.D., publică la Editura Tehnică, în 1977, „Deformarea plastică a metalelor și aliajelor neferoase" ; în 1979 „Proiectarea formei pieselor în construcția de mașini", colaborează la cîteva capitole din „Manualul Metalurgului" vol. II (1982) și editează în 1984 volumul „Tehnologii moderne de forjare a metalelor".

Conduce numeroase proiecte de diplomă ale candidaților la titlul de inginer metalurg.

Prin încetarea sa prematură din viață a dispărut un bun coleg, inginer de cercetare de înaltă ținută și un prețios îndrumător de cadre.

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ATTENTION !

Les lecteurs étrangèrs de la revue pourront prendre des abonaments par ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

Revista „CONSTRUCȚIA DE MAȘINI", organ al Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini din Republica Socialistă România. Redacția la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcțiilor de mașini, cu sediul în București, Calea Victoriei, 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poștal la ICTCM, șos. Olteniței nr. 105, București, sector 4, pentru revista „Construcția de mașini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Tipografia „Ploiești" str. Transilvaniei, nr. 29.

I. C. T. C. M.

principalele domenii de activitate

1 Prelucrări Mecanice

Linii de prelucrare cu manipulare automată ;
sisteme complexe de fabricație ;
scule și dispozitive speciale ;
instalații de colectare a șpanului.

2 Prelucrări prin Tehnologii Neconvenționale

Tehnologii și utilaje pentru prelucrări prin :
electroeroziune ;
electrochimie ; debavurare electrochimică ;
laser ;
ultrasunete ;
fascicul de electroni.

3 Ștanțare și Deformări Plastice la Rece

Tehnologii și utilaje speciale de ștanțare ;
ștanțe complexe ;
tehnologii și scule speciale pentru deformări la rece ;
dispozitive automate de alimentare și transfer pentru prese.

4 Tratamente de Suprafață

Tehnologii, echipamente tipizate și sisteme complexe pentru :
spălarea pieselor ;
pregătirea suprafețelor prin alicare ;
acoperiri metalice ;
acoperiri prin vopsire.

5 Manipularea Automată

Sisteme cu roboți industriali ;
manipulatoare industriale ;
tehnologii și dispozitive de manipulare ;

6 Montaj

Tehnologii de montaj mecanizat și automatizat ;
mașini și linii de montaj cu diferite grade de mecanizare și automatizare ;
echipamente pentru montajul selectiv ;
componente tipizate pentru sisteme de montaj.

7 Control Activ Interoperațional și Final

Mașini specializate de măsură și control ;
tehnologii și echipamente de control dimensional ;
cercetări de fiabilitate pentru echipamente mecanice.

8 Transportul Pneumatic Conteinerizat

Tehnologii și echipamente pentru transportul materialelor pulverulente, granulate și în vrac.

9 Organe de Mașini de Uz General

Studii și tipizări de angrenaje și mecanisme de acționare ;
cercetarea și proiectarea de reductoare, motoreductoare, variatoare de turație, cuplaje, ambreiaje și torpedouri de uz general și construcții speciale ;
atestarea prin expertize a parametrilor funcționali și a fiabilității organelor de mașini și mecanismelor funcționale ;
tribologie, studiul frecării și ungerii ;
studiul zgomotelor și vibrațiilor ;
folosirea materialelor noi în construcții de mașini.

10 Proiectarea Asistată de Calculator

Sisteme pentru pregătirea tehnologică a fabricației asistată de calculator pentru serii mici și mijlocii.

Elaborarea de pachete de programe :

— LIPCON — Programarea mașinilor-unelte cu comandă numerică ;
— LIPFOG — Elaborarea semiautomată a planurilor de croire table ;
— proiectarea constructivă asistată de calculator.

Exploatarea curentă pe echipamente din dotare (calculator, masă de desenat).

INSTITUTUL DE CERCETARE STIINTIFICA
INGINERIE TEHNOLOGICA SI PROIECTARE
PENTRU SECTOARE CALDE SI METALURGIE
TECHNOLOGICAL INSTITUTE FOR HOT PROCESSES
Şos.Oltenitei nr. 105 79670 Bucuresti ROMANIA
Telefon 83 21 70 Telex 11907/c17 CALDE B

TURNAREA METALELOR
DEFORMARE PLASTICA LA CALD
TRATAMENTE TERMICE SI
TERMOCHIMICE

METAL CASTING
HOT METAL FORMING
HEAT AND THERMOCHEMICAL
TREATMENT

Institutul elaboreaza la cerere tehnologii, know - how, asistența tehnica, expertize, studii, proiecte pentru utilaje, S D V-uri, instalații, linii complexe, secții și unitați industriale pentru domeniul sectoarelor calde.

Prin atelierele de producție poate livra piese turnate, forjate și tratate termic în serii mici și unicate, precum și materiale auxiliare pentru turnatorii.

The institute elaborates at request technologies, know-how, technical assistance, expert appraise - ments, studies, designs for equipment, T F G-s, install- ations, complex lines, shops and industrial units for the hot processing field.

Trough its workshops, it is in position to supply cas- tings, forgings and heat treated items in short series or one off, as also auxiliary materials for foundries.

centrozap

CENTROZAP — Societate cu răspundere limitată

oferă

un sortiment larg de aparatură de laborator pentru controlul exact al materialului, al nisipului de turnătorie și al nisipului pentru miezuri.

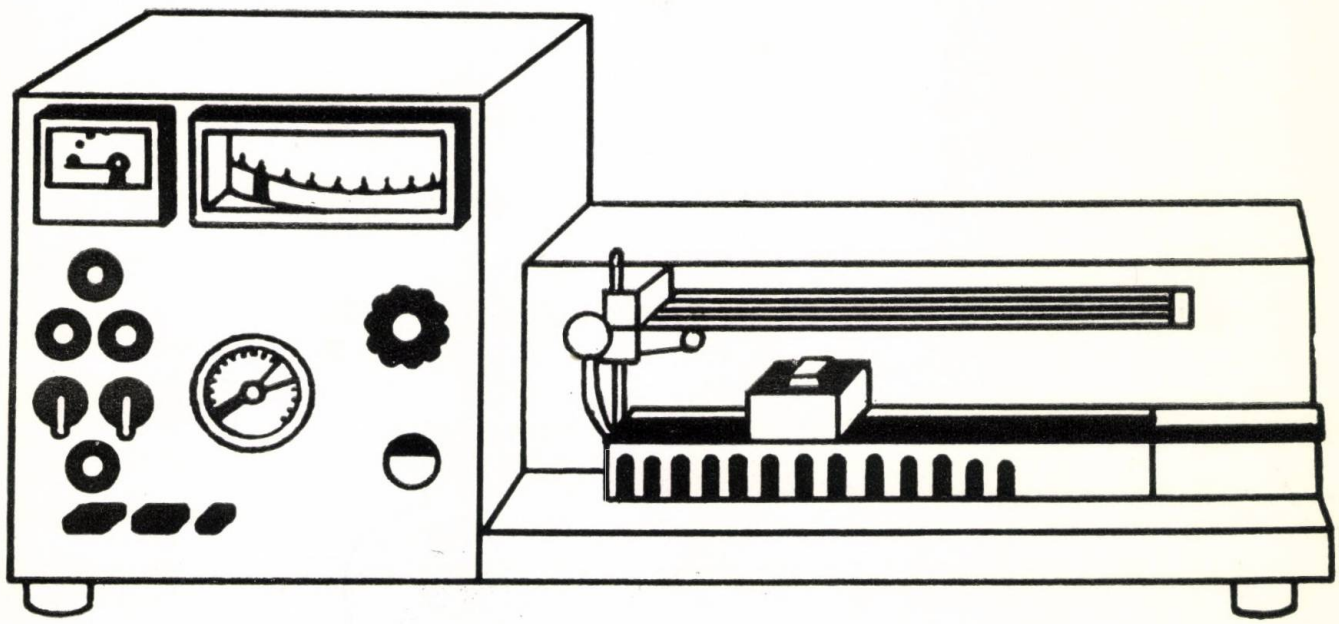
Aparatura ofertată este de inaltă calitate și se numără printre cele mai noi realizări.

Folosind această aparatură, vă imbunătățiți calitatea producției pieselor din fontă și reduceți numărul de rebuturi.

Nu intirziați — folosiți aparatura noastră !

Pentru informații detaliate adresați-vă

Societății de comerț exterior cu răspundere limitată
CENTROZAP
Mickiewicza 29
40—085 Katowice, R. P. Polonă
Telex : 0315771 cp pl



PUBLICOM

1988 MAR 31

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ
pentru
INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

difuzează în anul 1987

materiale de informare despre realizări din țară și din străinătate privind preocupările actuale în domeniul construcțiilor de mașini, de ex.: programul energetic, valorificarea surselor proprii de materii prime, calitatea produselor, economisirea materiilor prime și reciclarea deșeurilor, productivitatea muncii etc.

Materialele sînt grupate în serii:

Simbolul	Denumirea seriei
	REALIZĂRI ALE CERCETĂRII ROMÂNEȘTI
RCM	Revista „Construcția de mașini"
ID	INFORMARE DOCUMENTARĂ asupra nivelului progresului tehnic pe plan mondial în industria construcțiilor de mașini
	Informări pentru cadre de conducere:
IDCM	Informare documentară în construcția de mașini
IDCM-C	Informare documentară în construcția de mașini — conjunctură
IDCM-E	Informare documentară în construcția de mașini-energie
IDCM-O	Informare documentară în construcția de mașini-organizare
IDCM-PM	Informare documentară pentru protecția muncii
	Informări pentru specialiști:
IDT	Informare documentară în turnătorii
IDTT	Informare documentară pentru tratamente termice
IDPP	Informare documentară pentru prelucrări prin deformare plastică
IDS	Informare documentară pentru sudori
IDPR	Informare documentară pentru prelucrări la rece
IDCC	Informare documentară pentru calitate și control
IDMK	Informare documentară pentru prognoză și marketing
IDAR	Informare documentară pentru automatizare, robotizare
IDRC	Informare documentară privind reducerea consumurilor de materiale și energie

Simbolul	Denumirea seriei
	SINTEZE DOCUMENTARE privind **nivelul tehnic pe plan mondial** în industria construcțiilor de mașini
SID	Noutăți în diverse domenii
	REALIZĂRI ALE UNITĂȚILOR MICM ȘI MIUG
CO, CTN, CMA, CA, PTN, SE, CSSM, RSM, CES, CTO, CT	**Cataloage de fișe tehnice** de produse, tehnologii și mecanizări, automatizări autoutilări, SDV-uri Realizări deosebite, omologări standarde etc. Realizări în sudare Echipamente de sudare Produse tipizate, descrieri de tehnologii
	DOCUMENTE NORMATIVE
BI	**Buletinul intern MICM și MIUG**
NT	Normative tehnice
LPCM, R	Liste de prețuri în construcția de mașini, reduse
ITC	Indicatoare tarifare de calificare
NPM	Normative și ghid de protecția muncii în construcția de mașini
	MATERIALE DOCUMENTARE **în ajutorul proiectării și al producției**
	CERCETĂRI COMPLEXE DE INFORMARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ
CCIST-R și P	Cercetări retrospective și continui
SIDCM-A și B	Sistemul de informare documentară automatizat, pentru articole de revistă și brevete

067 E3279 04

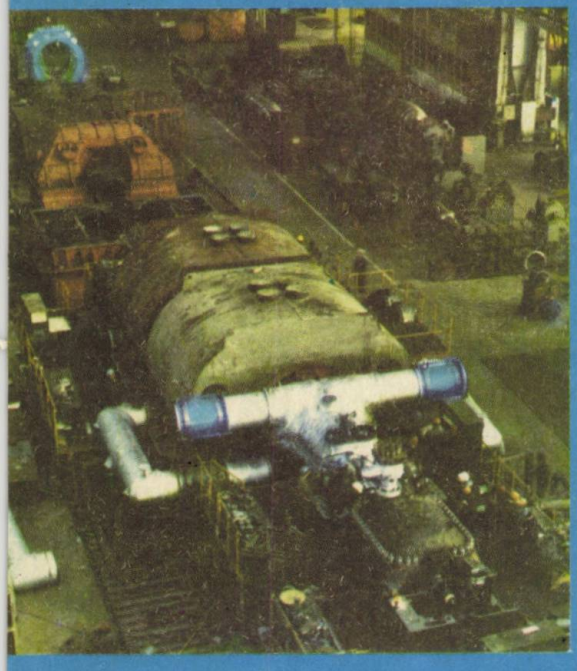
ICSITEE

50MW

1035 t/h

330MW

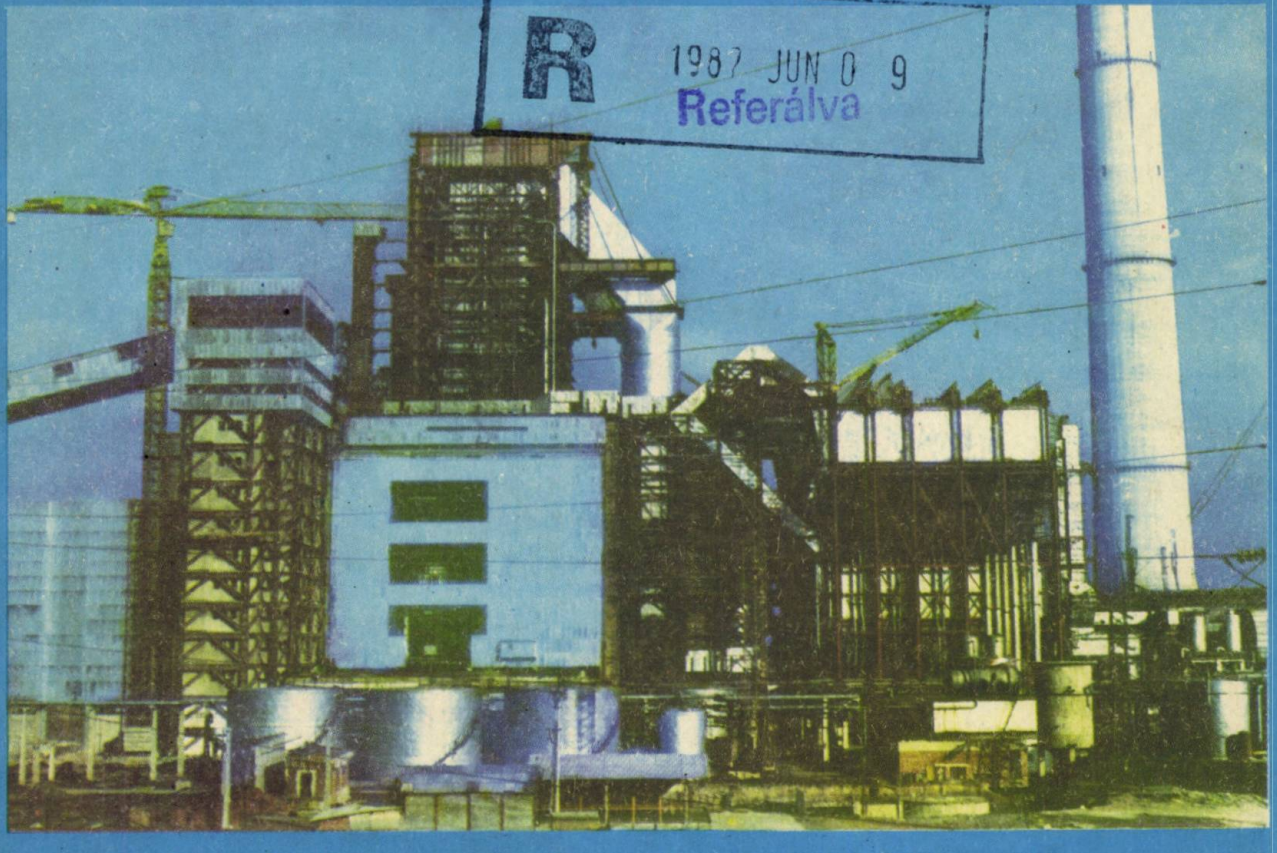
1987



20 DE ANI DE CERCETARE SI INGINERIE TEHNOLOGICA IN DOMENIUL UTILAJELOR SI ECHIPAMENTELOR TERMOENERGETICE

GÉPI

R 1987 JUN 0 9 Referálva



CONSTRUCTIA DE MASINI

5

BUCUREȘTI • ANUL XXXIX • MAI • 1987

ICSITEE

INSTITUTUL DE CERCETARE STIINTIFICA SI INGINERIE TEHNOLOGICA PEN

ECHIPAMENTE ENERGETICE

ICSITEE • Sos. Berceni Nr.104 • Sector 4 Bucuresti • P.O.B. 1619 • Cont virament 30119101 7003 B.I.S.M.B. • Tel. 83.20.70 •

I.C.S.I.T.E.E. prin laboratoarele și atelierele proprii de cercetare științifică și inginerie tehnologică, EXECUTĂ O GAMĂ COMPLETĂ DE LUCRĂRI privind construcția, dezvoltarea și modernizarea de INSTALAȚII, AGREGATE, UTILAJE ȘI ECHIPAMENTE TERMOENERGETICE :

- **Cazane de abur pînă la 1035 t/h, cazane de apă fierbinte pînă la 100 Gcal/h, pe combustibili solizi, lichizi și gazoși pentru dotarea C.T.E., C.E.T. și C.T.**
- **Turboagregate pînă la 330 MW și instalațiile lor auxiliare inclusiv sala de mașini, aferente C.T.E. și C.E.T., clasice.**
- **Turboagregate pînă la 700 MW și instalațiile lor auxiliare, aferente C.N.E.**
- **Ventilatoare și pompe de alimentare cu apă pentru cazane energetice, regulatoare electrohidraulice pentru T.A. și mașini electrice speciale.**

În laboratoare de profil se asigură cercetări pentru domeniile :

- **noi tehnologii de ardere a combustibililor fosili ;**
- **energetică solară ;**
- **gazeificarea cărbunilor inferiori :**
- **conversie MHD ;**
- **recuperarea și refolosirea resurselor energetice secundare ;**
- **epurarea gazelor de ardere emise în atmosferă ;**
- **energetică industrială.**

I.C.S.I.T.E.E. by its own laboratories and facilities of scientific research and engineering, carries out a complete range of work concerning the construction development and modernization of power equipment, installation devices :

- **Steam boilers up to 1035 t/h, hot water boilers op to 100 Gcal/h, burning solid liquid and gaseous fuels, for power stations district and industrial heating power stations and thermal stations.**
- **Turbogenerators up to 330 MW and their auxiliaries, inclusive of the machine hall installed in the classical electric power stations.**
- **Turbogenerators up to 700 MW and their auxiliaries intended for atomic power stations.**
- **Fans and feedwater pumps for power boilers, electric hydraulic controllers for turbogenerators and special electric machines.**

In the specialized laboratories research works are carried out in the following fields :

- **new technique for fossil fuel firing;**
- **solar energy ;**
- **lower coal gasification ;**
- **MHD conversion**
- **recovery of secondary energy resources ;**
- **cleaning of flue gases discharged into atmosphere ;**
- **industrial power.**

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONTES KÖNYVTÁR 1883

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXIX, 5, mai, 1987

CUPRINS

Echipamente termoenergetice

POPA, A. :	**Douăzeci de ani de cercetare și inginerie tehnologică în domeniul echipamentelor termoenergetice**	197
BRĂDĂȚEANU, V., CÂRDU, M. :	**Realizări și perspective în concepția și construcția de turboagregate**	199
VÂRGOLICI, R. :	**Priorități în concepția și construcția de cazane**	205
POPOVICI, T., AILINCĂI, T., NOVINSCHI, V. :	**Procedeu și instalație pentru valorificarea și recuperarea energiei termice în industria siderurgică**	210
MIHĂILESCU, M., RĂILEANU, V. :	**Atingerea unor înalte nivele de competitivitate în realizarea subansamblurilor instalației de reglare electro-hidraulică**	216
ADREESCU, D., DONCEA, M., DVORAC, V., VUZA, I., MITOI, F.I. :	**Cercetări privind realizarea și implementarea unor turboagregate recuperatoare de 200 kW**	221
ALEXE, M., HAIDUC C., MIREA, MIOARA :	**Calculul termic asistat de calculator, cu programe proprii, pentru o gamă tipizată de cazane recuperatoare**	225
VÂRGOLICI, R., MĂLDĂRESCU, T. :	**Modernizarea vaporizatorului și a sistemului de ghidare-dilatare la cazanele de 1035 t/h**	235
NISTOR, I., MINEA, I., DRAGOȘ, L., DĂMĂCEANU, ELENA, SIȘCHIN, E., MACARIE, RODICA :	**Realizări privind tehnologia arderii în strat fluidizat a combustibililor solizi și aplicarea ei la cazanele de apă fierbinte și abur**	247
TĂTARU, N., FENDRIHAN, L., DOGARU, M. :	**Proiectarea asistată de calculator a generatorului de gaz în strat fluidizat sub presiune cu insuflare de abur și oxigen**	253
DOGARU, M., MÜLLER, I., RAICU, F. :	**Program de calcul în vederea modelării matematice a proceselor de ardere și schimb de căldură pentru combustibili solizi**	258
GEORGESCU, M., CHIRIACESCU, M., BEJAN, L. :	**Supravegherea flăcării la cazane energetice-realizări și perspective**	262

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonatori științifici : Ing. Antoaneta Soci, ing. George Mărcuș

NISTOR, I., MACARIE, RODICA, DOBRA, H., HRISTESCU, GEORGETA, ZISSULESCU, ECATERINA, FLORICĂ, ELENA : **Dezvoltarea cercetării, proiectării și construcției de electrofiltre în R.S.R.** 266

BOCHIȘ, I. : **Compresoare cu membrană pentru vehicularea, fără impurificare, a gazelor de sinteză** 274

HAIDUC, C. : **Cercetări privind recuperarea resurselor energetice refolosibile din gazele de ardere, la temperaturi sub punctul de rouă, cu economizoare cu contact** 275

IONAȘEK, TH., ANDREI-IONESCU, P. : **Considerații asupra unui nou tip de captator solar plan pentru încălzit un fluid de lucru gazos** 279

MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE 285

RECENZII 286

INVENȚII BREVETATE ÎN DOMENIUL ECHIPAMENTELOR TERMOENERGETICE 287

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ATTENTION !

Les lecteurs étrangèrs de la revue pourront prendre des abonaments par ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при **ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.**

Revista „CONSTRUCȚIA DE MAȘINI", organ al Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini din Republica Socialistă România. Redacția la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcțiilor de mașini, cu sediul în București, Calea Victoriei, 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poștal la ICTCM, șos. Olteniței nr. 105, București, sector 4, pentru revista „Construcția de mașini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Tipografia „Ploiești" str. Transilvaniei, nr. 29.

SUMARE

CZ : 621-165

Brădăţeanu, V., Cârdu, M. : **Realizări şi perspective în concepţia şi construcţia de turboagregate**

În articol se prezintă, în mod succint, realizările industriei de utilaj greu din ţara noastră, în domeniul concepţiei dezvoltate în cadrul I.C.S.I.T.E.E. şi al construcţiei de turboagregate, precum şi perspectiva dezvoltării, în continuare, a acestor activităţi, în contextul dezvoltării generale a economiei naţionale.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 2 fig., 2 tab., 4 ref. bibl.

CZ : 621.18

Vârgolici, R. : **Priorităţi în concepţia şi construcţia de cazane**

Sarcinile trasate de Congresul al XIII-lea al P.C.R., de obţinere a independenţei energetice a ţării, au condus la stabilirea unor priorităţi în concepţia şi construcţia de cazane cum ar fi : realizarea de cazane energetice şi industriale pe combustibili indigeni inferiori, eliminarea sau reducerea ponderii hidrocarburilor în balanţa energetică a ţării, eliminarea importurilor, recuperarea resurselor energetice secundare. Aceste sarcini prioritare sînt reflectate prin importante lucrări de cercetare şi inginerie tehnologică realizate de I.C.S.I.T.E.E. Bucureşti.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 5 fig.

CZ : 662.99

Popovici, T., Ailincăi, T., Novinschi, V. : **Procedeu şi instalaţie pentru valorificarea şi recuperarea energiei termice în industria siderurgică**

În cadrul lucrării se analizează, din punct de vedere energetic, situaţia surselor şi a consumatorilor de abur tehnologic şi se propune o soluţie concretă de valorificare superioară a aburului provenit din recuperarea resurselor energetice secundare provenite de la instalaţiile de laminoare şi convertizoare. Prin montarea unui turboagregat, special conceput în acest scop, se asigură atît reglarea presiunii aburului în reţeaua uzinală, cît şi acoperirea unor necesităţi de energie electrică şi căldură din cadrul combinatului

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 8 fig.

CZ : 621.3.078

Mihăilescu, M., Răileanu, V. : **Atingerea unor înalte nivele de competitivitate în realizarea subansamblurilor instalaţiei de reglare electrohidraulică**

Lucrarea prezintă unele din componentele instalaţiei de reglare electrohidraulică şi perfecţionările aduse acestora, în peste 13 ani de exploatare în centralele electrice. Se mai redau, sintetic, unele performanţe şi un exemplu de modelare regulator-turbină, folosit ca metodă practică curentă.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 8 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 662.99

Andreescu, D., Doncea, M., Dvorac, V., Vuza, I., Mitoi, F.I. : **Cercetări privind realizarea şi implementarea unor turboagregate recuperatoare de 200 kW**

O cale eficientă de recuperare a resurselor energetice secundare constituite de abur sub presiune este utilizarea unei turbine recuperatoare cuplate cu un generator electric. Se prezintă problemele de natură energetică, de dimensionare şi de eficienţă economică ridicate de realizarea turboagregatului de 200 kW, cît şi de implementarea sa la beneficiar.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 6 fig., 2 ref. bibl.

CZ : 662.614 : 662.99

Alexe, M., Haiduc, C., Mirea, Mioara : **Calculul termic asistat de calculator cu programe proprii pentru o gamă tipizată de cazane recuperatoare**

Se prezintă sintetic gamele tipizate de cazane recuperatoare pentru apă fierbinte sau abur tehnologic şi de apă caldă, pentru industria constructoare de maşini, precum şi soluţiile constructive pentru cinci tipuri de cazane recuperatoare reprezentative. Calculul termic al cazanelor recuperatoare de apă caldă şi abur supraîncălzit s-a realizat prin programul REC 12 (care face parte din setul de 14 programe REC destinate cercetărilor privind recuperarea RER din industrie). Acest program a fost utilizat şi pentru calculul termic de proiectare a trei tipuri de cazane recuperatoare de apă caldă şi abur supraîncălzit, destinate să echipeze 14 cuptoare (tip-tunel) de copt pîinea la I.M.P.P.F. Prahova Ploieşti. Programele REC pot fi utilizate şi pentru calculul termic al cazanelor recuperatoare, tip ignitubulare, de construcţie verticală sau orizontală.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 6 fig., 2 tab., 2 ref. bibl.

CZ : 621.18

Vârgolici, R., Măldărescu, T. : **Modernizarea vaporizatorului şi a sistemului de ghidare — dilatare la cazanele de 1035 t/h pe combustibil lignit**

Vaporizatoarele cazanelor de abur de 1035 t/h din centralele termoelectrice aparţinînd I.E. Rovinari şi I.E. Turceni, realizate după proiectele firmei Babcock-Wilcox din R.F.G., s-au propus pentru modernizare prin înlocuirea soluţiei iniţiale (din ţevi $\varnothing$ 32 × 4,5 din 16 Mo 3/III cu aripioare sudate), cu o variantă nouă folosind ţevi cu aripi laminate $\varnothing$ 32 × 5,5 × 45 — 16 Mo 3/III.

Modernizarea a fost impusă de fiabilitatea scăzută a vaporizatoarelor realizate în varianta constructivă iniţială. În articol se fundamentează, prin calcule de rezistenţă, soluţia de modernizare constructivă a vaporizatorului şi a sistemului de ghidare-dilatare a celui mai important cazan de abur energetic din R.S.R.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 8 fig., 9 tab., 6 ref. bibl

---

CZ : 662.61

Nistor, I., Minea, I., Dragoş, L., Dămăceanu, Elena, Şişchin, E., Macarie, Rodica : **Realizări privind tehnologia arderii în strat fluidizat a combustibililor solizi şi aplicarea ei la cazanele de apă fierbinte şi abur**

Se prezintă caracteristicile tehnologiei de ardere în strat fluidizat, aplicate la cazanele de apă fierbinte şi abur, precum şi modul de preparare al combustibilului solid necesar acestei tehnologii. Sînt descrise părţile componente ale cazanelor cu ardere în strat fluidizat, considerente ale procesului de desulfurare a gazelor de ardere şi gama de cazane proiectată şi realizată.

Construcţia de maşini, 39 (198), nr. 5, 2 fig., 2 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 662.74 : 662.76

Tătaru, N., Fendrihan, L., Dogaru, M. : **Proiectarea asistată de calculator a generatorului de gaz în strat fluidizat sub presiune cu insuflare de abur şi oxigen**

În lucrare se prezintă modelul matematic al unui gazogen în strat fluidizat sub presiune şi se întocmesc două programe în limbaj FORTRAN. Se utilizează ecuaţiile de echilibru termodinamic şi masic pentru diversele componente ale gazului rezultat. Din bilanţul termic al gazogenului se determină temperatura de reacţie şi apoi se recalculează compoziţia chimică şi respectiv randamentul gazeificării. Se face apoi calculul condiţiilor de menţinere a stratului fluidizat şi pentru determinarea dimensiunilor principale ale gazogenului.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 2 fig., 6 ref. bibl.

CONTENTS

DC : 621-135

Brădăţeanu, V., Cârdu, M.: **Achievements and outlook on turboset building and conception**

The paper presents briefly the achiements of the heavy machine industry in our country up to the present, in the field of advanced engineering design of turbosets developed in I.C.S.I.T.E.E. with the outlook on a further development of these concepts contributing to the general development of our national economy.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 5, 2 fig., 2 tab., 4 bibl. refs.

DC : 621.18

Vârgolici, R.: **Priorities in boiler conception and construction**

The XIII Congress tasks of reaching the power independence of our country, led to the necessity of settling a number of priorities regarding the boiler conception and construction, such as: development of power and industrial boilers on lower indigenous fuels, elimination or reduction of hydrocarbons within the national power balance, elimination of imports recovery of secondary power resources. These priority tasks are mirrored in important research and engineering works achieved by I.C.S.I.T.E.E. Bucharest.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 5, 5 figs.

DC : 662.99

Popovici, T., Ailincăi, T., Novinschi, V.: **Procedure and installation destined for the revaluation and recovery of thermal power in the siderurgical industry**

The paper analyses, from the energy point of view the situation of live steam resources and consumers, and suggests a solution of high evaluation of the steam originated in secondary power resources from rolders and converters. A turboset conceived and mounted especially for this purpose ensures, the steam pressure control in the factory network and covers the electric power and heat requirements in the aggregate works.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 5, 8 figs.

DC : 621.3.078

Mihăilescu, M., Răileanu, V.: **Components of the electrohydraulic control equipment**

The paper presents some of the main components of the EHC equipment as well as the improvements performed in the last 13 years in this area. There are also briefly presented some technical performances and, as an example, a computerized model of the EHC.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 5, 8 figs., 1 tab. 5 bibl. refs.

DC : 662.99

Andreescu, D., Doncea, M., Dvorac, V., Vuza, I., Mitoi, F.I.: **Researches on 200 kW waste heat turboset development and implementation**

An efficient way to recover the secondary power resources as steam under pressure, is the application of a waste heat turbine coupled to an electric generator. Power problems are presented, together with designing and economic efficiency problems arising from 200 kW turboset development and implementation at the users.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 5, 6 figs., 2 bibl. refs.

DC : 621.18

Alexe, M., Haiduc, C., Mirea, Mioara: **Thermal calculation assisted by computer with own programs for range of standards type recovery boilers**

The paper presents the range of standard type recovery boilers for hot water/live steam and for warm water intended for machine building industry as well as constructive solution for five types of representative recovery boilers. The thermal calculation for superheated steam and hot water recovery boilers was achieved by means of REC 12 program (included in the set of 14 REC programs destined for researches concerning the re usable energy recovery in the industry). This program was also applied for the designing thermal calculation of three types of hot water and superheated steam recovery boilers intended to equip 14 tunnel — type bread ovens at I.M.P.P.F. Prahova Ploieşti. The programs for re — usable energy recovery can also be applied to the thermal calculation of the horizontal/vertical ignitubular type recovery boilers.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 5, 6 figs., 2 tabs., 2 bibl. refs.

DC : 621.18

Vârgolici, R., Măldărescu, T.: **Modernization of evaporator and guidexpansion system of 1035 t/h boilers burning lignite**

The evaporators of 1035 t/h boilers belonging to the power stations from I.E. Rovinari and I.E. Turceni, manufactured in accordance with the Rabcock-Wilcox (F.R.G.), design, are proposed for modernization by replacement of the initial construction from welded finned tubes of ∅ 32 × 4,5 — 16 Mo 3/III, with a new variant using rolled fins of ∅ 32 × 5,5 × 45 — 16 Mo 3/III. The modernization has been imposed by the low reliability of evaporators of the initial construction. The article proves scientifically, by strength calculation the constructive modernization for the evaporator and guidexpansion system of the most important power steam boiler in Romania.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 5, 8 figs., 9 tabs., 6 bibl. paps.

DC : 662.61

Nistor, I., Minea, I., Dragoş, L., Dămăceanu, Elena, Şişchin, N., Macarie, Rodica: **Achievements on solid fuel burning in fluidized bed and its application to hot water and steam boilers**

The paper presents the technology characteristics of fluidized bed burning applied to hot water and boilers, and the way of preparing the solid fuel required by this technology. It includes description of fluidized bed burning boiler components and considerations on the desulphurizing process of fuel gases and the range of projected and manufactured boilers.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 5, 2 figs., 2 tabs., 5 bibl. refs.

DC. 662.74 : 662.76

Tătaru, N., Fendrihan, L., Dogaru, M.: **Computer assisted design of a gas generator with fluidized bed under pressure with steam and oxygen blasting**

The paper presents a mathematical model of a gas generator with fluidized bed under pressure and establishes two FORTRAN programs. Mass and thermo-dynamical balance equations are used for various components of the resulted gases. The reaction temperature is determined from the gas generator thermal balance then the chemical composition and the gasification efficiency is re-calculated. The conditions of maintaining the fluidized bed and the main dimensions of the gas generator are subsequently calculated.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 5, 2 figs., 6 bibl. refs.

SOMMAIRES

CD : 621-165

Brădăţeanu, V., Cârdu, M. : **Réalisations et perspectives dans la conception et la construction des turbo-agrégats**

On y décrit, succintement, les réalisations jusqu'à présent dans l'industrie d'outillage lourd de notre pays, dans le domaine de la conception développée par I.C.S.T.E.E. et de la fabrication des turboagregats, ainsi que la perspective du perfectionnement en continuation de ces activités, dans le contexte du développement général de l'économie nationale.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 5, 2 fig., 2 tab., 4 réf. bibl.

CD : 621.18

Vârgolici, R. : **Priorités dans la conception et la construction des chaudières**

Les directions établies par le XIII-ème Congrès du P.C.R., quant à l'indépendance énergétique de notre pays ont conduit à établissement des priorités dans la conception et la construction des chaudières, à savoir : la réalisation des chaudières énergétiques et industrielles utilisant des combustibles indigènes inférieurs, l'élimination ou la réduction de l'apport en hydrocarbures dans le bilan énergétique du pays, l'élimination des imports, la récuprération des ressources énergétique secondaires. Toutes ces directions prioritaires se retrouvent dans d'importans travaux de recherches et d'engineering réalisés par I.C.S.I.T.E.E. Bucarest.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 5, 5 fig.,

CD : 662.99

Popovici, T., Ailincăi, T., Novinschi, V. : **Procédé et installation pour la valorisation et la récupération de l'énergie thérmique dans l'industrie sidérurgique**

On y analyse, du point de vue énergétique, la situation des sources et des consommateurs de vapeur à destination industrielle et on y propose une solution concrète à récupérer la chaleur disponible provenant des installations de laminage et des convertisseurs. En installant une unité à turbine à vapeur, spécialement conçue dans ce but, on assure le réglage de la pression de la vapeur dans le réseau du consommateur en couvrant aussi une partie des nécessités d'energie éléctrique et thermigue de la platforme industrielle.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 5, 8 fig.

CD : 621.3.078

Mihăileanu, M., Răileanu, V. : **Perfectionement des components de l'installation de réglage électrohydraulique**

L'ouvrage présente quelques components de l'installation et les perfectionnements amenés dans le domaine pendant plus de 13 ans d'exploitation. On y présente synthétiquement quelques performances et un exemple de modélation électronique sur calculateur.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 5, 8 fig., 5 réf. bibl.

CD : 662.99

Andreescu, D., Doncea, M., Dvorac, V., Vuza, I., Mitoi, F.I. : **Recherches concernant la réalisation et l'implementation des turboagrégats de 200 kW à récupération**

L'utilisation d'une turbine à récupération, couplée avec un générateur électrique, représente une voie efficace pour la récupération des ressources énergétiques secondaires sous forme de vapeurs sous pression. On y présente quelques problèmes de nature énergétique, de dimensionnement et d'efficacité économique, posés tant par la réalisation du turbo-agrégat de 200 kW, que par son implémentation au bénéficiare

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 5, 6 fig., 2 réf. bibl.

CD : 662.614 : 662.99

Alexe, M., Haiduc, C., Mirea, Mioara : **Le calcul thérmique sur ordinateur à des programmes propres pour une gamme standardisée de chaudières à récupération**

On y présente synthétiquement les gammes standardisées des chaudières produisant d'eau bouillante ou vapeur à destination industrielle et celles des chaudières produisant d'eau chaude pour l'industrie de machines-outils, ainsi que les solutions constructives pour cinque types de chaudiéres à recuperation représentatives. Le calcul thermique pour les chaudières à récuperation d'eau chaude et de vapeur surchauffée a été réalisé par le programme REC 12 (faisant partie d'une série de 14 programmes REC destinés aux recherches concernant la recupération RER dans l'industrie). Ce programme a été utilisé aussi pour le calcul tehrmique de trois types de chaudières à récupération d'eau chaude et de vapeur surchauffée, destinées à l'équipement de 14 installations à cuire le pain, type-tunnel, à I.M.P.P.F. Prahova Ploieşti. Les programmes REC peuvent être utilisées également pour le calcul thermique des chaudières à récuperation du type ignitubulaire en construction verticale ou horizontale.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 5, 6 fig., 2 tab, 2 réf. bibl.

CD : 621.18

Vârgolici, R., Măldărescu, T. : **Modernisation du vaporisateura et du système guidage-dilatation des chaudières de 1035 t/h brûlant du lignite**

Les vaporisateurs équipant les chaudières de 1035 t/h des centrales thermo-électriques de Rovinari et de Turceni, fabriquées d'après les projets de Babcock-Wilcox, R.F. d'Allemagne, ont été proposés pour modernisation, en remplaçant la solution initiale avec tubes à ailettes soudées $\varnothing 32 \times 4{,}5$ en 16 Mo 3/III avec une variante nouvelle utilisant des tubes à ailettes laminées $\varnothing 32 \times 5{,}5 \times 45$—16 Mo 3/III. Cette modernisation a été imposée par la fiabilité réduite des vaporisateurs réalisés dans la variante constructive initiale. Par calculs de résistance, dans le présent article, on établit la solution constructive de modernisation du vaporisateur et du système guidage-dilatation de la chaudière énergétique à vapeur la plus importante de Romanie.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 5, 8 fig., 9 tab., 6 réf. bibl.

CD : 662.61

Nistor, I., Minea, I., Dragoş, L., Dămăceanu, Elena, Şişchin, E., Macarie, Rodica : **Réalisation concernant la technologie de la combustion en couche fluidisée des combustibles solides et son application aux chaudières à eau bouillante et à vapeur**

On y présente les caractéristiques de la technologie de combustion en couche fluidisée, appliquée aux chaudières à eau bouillante et à vapeur, ainsi que le mode de préparation du combustible solide nésessaire à cette technologie. On y décrit les parties composantes des chaudières à combustion en couche fluidisée, les considérants du processus de désulfuration des gaz de combustion, ainsi que la gamme des chaudières projetées et fabriquées.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 5, 2 fig., 2 tab., 5 réf. bibl.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 621-135

Brădăţeanu, V., Cârdu, M.: **Konzeption und Herstellung von Turbosätzen, Leistungen und Aussichten**

Leistungen im Bereich der von ICSITEE entwickelten Konzeption von Turbosätzen und ihre Herstellung in der Schwermaschinenindustrie in unserem Land die bis jetzt erzielt wurden, sowie Aussichten bezüglich der weiteren Entwicklung dieser Tätigkeiten im Rahmen der allgemeinen Entwicklung der nationalen Wirtschaft, werden kurzgefasst in dem Aufsatz behandelt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 2 Bild., 2 Taf., 4 Lit.

DK : 621.18

Vârgolici, R.: **Prioritäten in der Konzeption und Herstellung von Dampferzeugern**

Die Richtlinien des XIII-ten Kongresses der R.K.P., betreffend der Erringung der wirtschaftlichen Unabhängigkeit des Landes, haben Prioritäten in der Konzeption und Herstellung von Dampferzeugern bestimmt: Herstellung von energetischen und industriellen Dampferzeugern die einhemische minderwertige Brennstoffe verwerten, Beseitigung oder Verminderung des Anteils der Kohlenwassertoffe im Energieflussbild des Landes, Beseitigung der Importe, und Verwertung sekundärer Energiequellen. Diese bevorzugte Richtlinien werden durch wichtige Forschungs — und Verfahrenstechnische Arbeiten der bukarester ICSITEE im Aufsatz illustriert.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 5 Bild.

DK : 662.99

Popovici, T., Ailincăi, T., Novinschi, V.: **Verfahren und Anlage zur Wärmeruckgewinnung und Verwertung in der Einsenhüttenindustrie**

Die Lage der Dampfquellen und Verbraucher wird von energiewirtschaftlichen Gesichtspunkt untersucht, und ein konkreter Vorschlag zur Verwertung von Dampf das aus der Abwärme von Walzwerk und Konwerteranlagen entsteht, eingebracht. Ein speziell für diese Anwendung gebauter Turbosatz, sichert gleichzeitig die Regelung des Dampfdruckes im Werk und den Bedarf an Elektroenergie und Wärme im Kombinat.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 8 Bild.

DK : 621.3.078

Mihăilescu, M., Răileanu, V.: **Bestanteile der Elektrohydraulischen Regelanlage**

Diese Dokumentation enthält einige Bestandteile der elektrohydraulischen Regelanlage und die verbesserungen welche diesen in 13 Jahren Betrieb in Kraftwerken gebracht werden. Es werden auch einige Performanzen und ein Beispiel für Modelierung Turbinen regler beschrieben.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 8 Bild., 5 Lit.

DK : 662.99

Andreescu, D., Doncea, M., Dvorac, V., Vuza, I., Mitoi, F. I.: **Entwicklung von 200 kW Dampfentspannungsturbosätzen, Forschungsarbeiten bezuglich ehrer Herstellung und Einführung**

Das Einsetzen einer mit einem elektrischen Generator gekuppelten Dampfentspannungsturbine ist ein wirksamer Weg zur Verwertung von sekundären Energiequellen die aus Dampf unter Druck bestehen. Es werden energiewirtschaftliche, konstruktive und funktionelle Probleme bezüglich der Herstellung und Einführung beim Auftraggeber der 200 kW Turbosatzes, dargestellt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 6 Bild., 2 Lit.

DK : 662.614 : 662.99

Alexe, M., Haiduc, C., Mirea, Mioara: **Abwärmekessel — Typenreihe, Wärmeübertragungsberechnung mit eigenen Programmen**

Einer synthetischen Darstellung der für die Schwermaschinenbauindustrie bestimmte Abwärmekessel — Typenreihe für Heisswasser, Warmwasser und Dampferzeugung, folgt die Beschreibung von fünf repräsentativen Abwärmekesseln. Die Wärmeübertragungsberechnung der Abwärmekessel für Heisswasser und überhitzten Dampf wurde mit dem Programm REC 12 durchgeführt (Teil eines Satzes von 14 REC — Porgrammen betreffend der Rückgewinnug von Industrieabwärme). Dieses Programm wurde zur Berechnung von drei Kesseltypen angewendet, die für die Ausrüstung von 14 Tunnel — Backofen der IMPPF Prahova Ploieşti bestimmt sind. Die REC — Programme können auch zur Berechnung von senkrechten oder waagerechten Flammenrohrtype Abwärmekesseln angewendet werden.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 6 Bild., 2 Taf., 2 Lit

---

DK : 621.51

Vârgolici, R., Măldărescu, T.: **Modernisierung des Verdampfers und Dehnung — Führungsystems der mit Lignit befeuerten 1035 t/h Kessel**

Die Membranwandverdampfer der 1035 t/h Kessel aus den zu I.E. Rovinari und I.E. Turceni gehörigen Kraftwerken, die nach den Projekten der firma Babcock — Wilcox aux BRD gefertigt wurden, wurden für eine Modernisierung vorgeschlagen durch Austausch der Rohre ∅ 32 × 4,5 mit geschweissten Rippen aus 16 Mo 3/III, mit Rohren ∅ 32 × 5,5 × 45 mit gewalzten Rippen ebenfals aus 16 Mo 3/III. Die Modernisierung wurde wegen der ungenügenden Betriebstüchtigkeit der ursprünglichen Lösung notwendig. Im Aufsatz wird durch Festigkeitsberechnungen die konstructive Modernisierung des Verdampfers und Dehnung — Führungsystems des wichtigsten Dampferzeugers der R.S. Rumanien begründet.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 8 Bild., 9 Taf., 6 Lit.

DK : 662.61

Nistor, I., Minea, I., Dragoş, L., Dămăceanu, Elena, Şişchin, E., Macarie, Rodica: **Leistungen bezüglich der Verbrennungstechnologie von festen Brennstoffen in Wirbelsichtfeurungen, und ihre Anwendung bei Heisswasserkessel und Dampferzeugern**

Es werden die Eingenheiten der Verbrennungstechnologie in Wirbelschichtfeuerungen beschrieben, ihre Anwendung bei Heisswasserkessel und Dampferzeugern berücksichtigt, sowie auch die für diese Technologie nötige Vorbereitung der festen Brennstoffe behandelt. Die Bestandteile von Kesseln mit Wirbelschichtfeuerungen werden beschrieben, Betrachtungen bezüglich der Entschwefelung der Verbrennungsgase angestellt, und die Reihe der projektierten und ausgeführten Kessel beschrieben.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 2 Bild., 2 Taf., 5 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 621—165

Брэдэцеану, В., Кырду, М. : *Достижения и перспективы в концепции и конструкции турбоагрегатов*

В статье кратко представлены достижения до настоящего времени в промышленности тяжелого оборудования нашей страны в области концепции, развиваемой ИКСИТЕЕ и конструкцией турбоагрегатов, а также перспективы дальнейшего развития подобных работ в рамках общего развития народного хозяйства.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 2 фиг., 2 таб., 4 лит.

ДК : 621.18

Выргопич, Р. : *Преимущества в создании котлов и котлостроения*

Задачами XIII-го Съёезда РКП предусмотрено ввести в действие энергетическую независимость страны, что привело к установлению преимуществ в создании котлов и котлостроения как: создание энергетических и промышленных котлов на низкосортных румынских углях, исключение или снижение подсвечивания углеводородами в энергетическом балансе страны, исключение импортов, утилизация вторичных энергоресурсов. Подобные преимущественные задачи отражаются в исследовательских работах и работах инженерной технологии ИКСИТЕЕ — Бухарест.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 5 фиг.

ДК : 662.99

Попович, Т., Аилинкэй, Т., Новински, В. : *Способ и установка для использования и утилизации тепловой энергии в промышленности черной металлургии*

В работе рассматривается, с энергетической т. зр., состояние источников и потребителей технологического пара и предполагается конкретное решение более полного использования пара и утилизации энергоресурсов от прокатных и конвертерных установок. Расположением специально созданного с этой целью турбоагрегата, обеспечивается как регулирование давления пара в заводской сети, так и покрытие потребностей комбината в электроэнергии и тепле.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 8 фиг.

ДК : 621.3.078

Михэилеску, М., Рэилеану, В. : *Достижение определенного уровня составных частей электрогидравлического регулирования*

В статье представлены определенные составные части электрогидравлического регулирования и их усовершенствование после 13 лет эксплуатации. Кратко представлены ЭГР и пример моделирования турбин с регулятором.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 8 фиг., 5 лит.

ДК : 662.99

Андрееску, Д., Дончеа, М., Дворак, В., Вуза, И., Митой, Ф.И. : *Исследования по созданию и внедрению* утилизационных турбоагрегатов 200 кВт

Эффективный способ утилизации вторичных энергетических ресурсов — пара под давлением — является применение утилизационной турбины, включенной электрогенератором. Представлены энергетические вопросы, вопросы размеров и высокой экономической эффективности по созданию турбоагрегата 200 кВт, а также его освоения потребителем.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 6 фиг., 2 лит.

ДК : 662.614 : 662.99

Алексе, М., Хайдук, К., Мирса, Миоара : *Тепловой расчет при помощи ЭВМ собственными программами для однотипной гаммы котлов-утилизаторов*

В работе кратко представлены однотипные гаммы водогрейных котлов-утилизаторов или для технологического пара и горячей воды для машиностроительной промышленности, а также конструктивные решения для 5 характерных типов котлов-утилизаторов. Тепловой расчет котлов-утилизаторов для теплой воды и перегретого пара проведен программой РЕК 12 (относящейся к набору 14 программ РЕК — рекуперация —, предназначенный для исследований по утилизации ВЭР в промышленности). Подобная программа использована также для теплового расчета проектирования 3 типов котлов-утилизаторов для горячей воды и перегретого пара, предназначенных для оснащения ими 14 туннельных хлебопекарных печей в ИМППФ — Прахова, Плоешти. Программы РЕК могут также использоваться для теплового расчета котлов-утилизаторов жаротрубного типа в вертикальном или горизонтальном исполнении.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 6 фиг., 2 таб., 2 лит.

ДК : 621.18

Выргопич, Р., Мэлдэреску, Т. : *Модернизация испарителя и направляющей-расширительной системы котлов паропроизводительностью 1035 т/ч, работающих на лигните*

Испарители паровых котлов производительностью 1035 т/ч, ТЭС ИЕ Ровинари и ИЕ Турчени, изготовленных по проектам фирмы Бабкок-Вилкокс-ФРГ, стали модернизироваться заменой первоначального решения из труб ∅ 32×4,5 из стали 16 Мо3/Ш, приваренными плавниками в новом варианте, применяя трубы с катанными плавниками ∅ 32×5,5×45—16 Мо 3/Ш. Модернизация стала необходимой из-за пониженной надежности испарителей, изготовленных в первоначальном конструктивном варианте. В статье прочностными расчетами обосновано решение конструктивной модернизации испарителя и направляющей — расширительной системы наикрупного энергетического парового котла.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 8 рис., 9 таб., 6 лит.

ДК : 662.61

Нистор, И., Минеа, И., Драгош, Л., Дэмэчеану, Елена, Шишкин, Э., Макарие, Родика : *Румынские достижения в области технологии сжигания в кипящем слое твердых топлив и ее применение в водогрейных и паровых котлах*

Представлены характеристики технологии сжигания в кипящем слое, применяемой в водогрейных и паровых котлах, а также способ подготовки твердого топлива, необходимого для этой технологии. Описаны составные части котлов с кипящим слоем, соображения, связанные с процессом десульфурации дымовых газов, и типы проектированных и созданных котлов.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 2 фиг., 2 таб., 5 лит.

CZ : 662.61

Dogaru, M., Müller, I., Raicu, F.: **Program de calcul în vederea modelării matematice a proceselor de ardere şi schimb de căldură pentru combustibili solizi**

În lucrare se modelează ansamblul arzător-focar pentru praf de cărbune, în vederea studierii proceselor de ardere şi schimb de căldură. Modelul matematic ţine seama de bilanţul masic şi de cel termodinamic, punînd în evidenţă etapele procesului de ardere pentru combustibilul analizat. Se elaborează un program în limbaj FORTRAN, utilizînd patru subrutine şi ţinînd seama de condiţiile impuse de degajare şi respectiv arderea diferitelor componente care participă la procesul complex care are loc într-un jet de amestec aer-cărbune.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 2 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 662.992.8

Georgescu, M., Chiriacescu, M., Bejan, L.: **Supravegherea flacării la cazane energetice — realizări şi perspective**

În articol sînt expuse, succint, cîteva aspecte ale stadiului şi problematicii supravegherii flăcărilor de gaze naturale, păcură şi praf de cărbune, la cazanele mari, precum şi consideraţii asupra perspectivei supravegherii flăcărilor şi supraveghetoarelor de flacără. Este descris un tip reprezentativ de supraveghetor de flacără, din gama realizată în cadrul I.C.S.I.T.E.E. Bucureşti.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 3 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 621.318

Nistor, I., Macarie, Rodica, Dobra, H., Hristescu, Georgeta, Zissulescu, Ecaterina, Florică, Elena: **Dezvoltarea cercetării, proiectării şi construcţiei de electrofiltre în R.S.R.**

Se prezintă stadiul actual al cercetării, proiectării şi construcţiei de electrofiltre la noi în ţară, cuprinzînd aspecte experimentale (tehnologii de condiţionare în cazul epurării mediilor disperse ce conţin prafuri foarte rezistive), realizările de electrofiltre şi implementarea acestora în industriile puternic poluante. Se arată, în continuare, tendinţele noi apărute pe plan mondial în construcţia instalaţiilor de precipitare electrostatică (electrofiltre cu pas mărit şi alimentarea lor cu impulsuri de înaltă tensiune) şi rezultatele obţinute de I.C.S.I.T.E.E. în acest domeniu.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 6 fig., 3 tab., 11 ref. bibl.

CZ : 621.51

Bochiş, I.: **Compresoare cu membrană pentru vehicularea, fără impurificare, a gazelor de sinteză**

Lucrarea analizează o variantă de rezolvare a problemei vehiculării de gaze caustice, corozive sau rare şi reprezintă o descriere constructivă şi funcţională a compresoarelor cu membrană metalică flexibilă utilizate în procesul de comprimare a gazelor. În final, se descriu soluţiile tehnice care au condus la realizarea unei soluţii energetice optime.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 1 fig., 3 ref. bibl.

CZ : 662.99

Haiduc, C.: **Cercetări privind recuperarea resurselor energetice refolosibile din gazele de ardere la temperaturi sub punctul de rouă cu economizoare cu contact**

Problema recuperării resurselor energetice refolosibile (RER) din gazele de ardere, la temperaturi sub punctul de rouă, capătă o importanţă tot mai mare în etapa actuală, dacă se are în vedere numărul mare de instalaţii energetice şi tehnologice care elimină cantităţile imense de gaze de ardere, la temperaturi scăzute. În cadrul lucrării se prezintă rezultate ale cercetărilor întreprinse de autor în acest domeniu, pentru gaze provenite din arderea gazelor naturale, păcurii şi combustibililor solizi. În urma acestor cercetări, au fost stabilite tipurile de instalaţii de recuperare a RER, destinate instalaţiilor pe combustibilii menţionaţi. Se subliniază importanţa deosebită a aplicării instalaţiilor de recuperare a RER, la temperaturi sub punctul de rouă, pentru instalaţiile energetice şi industriale care utilizează drept combustibil gazele naturale fără conţinut de sulf. Pentru aceste instalaţii, măsurile de protecţie anticorozivă sînt mult mai simple, decît în cazul utilizării combustibililor lichizi sau solizi.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 2 fig., 3 tab., 7 ref. bibl.

CZ : 620.9

Ionaşek, Th., Andrei-Ionescu, P.: **Consideraţii asupra unui nou tip de captator solar plan pentru încălzit un fluid de lucru gazos**

Reducerea pierderilor de energie termică din captatoarele solare este o problemă ce preocupă, în mod deosebit, cu implicaţii directe asupra eficienţei captării şi utilizării energiei radiaţiei solare. În prezenta lucrare se supune atenţiei un nou tip de captator solar plan, pentru încălzit aer, precum şi performanţele realizate în reducerea pierderilor de energie termică şi creşterea eficienţei captării energiei radiaţiei solare incidente.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 5, 6 fig., 1 tab., 14 ref. bibl.

DC : 662.61

Dogaru, M., Müller, I., Raicu, F.: **Calculation program with the view of stimulating mathematical models of burning and heat exchange processes for solid fuels**

Burner-furnace assembly for coal dut is modelled with the view of studying the burning and heat exhange process. The mathematic model takes into consideration the mass and thermo-dynamical balance, emphasizing the burning process stages of the fuel under analysis. A FORTRAN language programm is developed, using four subroutines and taking into account the conditions imposed by the delivery and burning of various components of a complex process taking place in an air-coal mixture jet.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 5, 2 figs., 5 bibl. refs.

DC : 662.992.8

Georgescu, M., Chiriacescu, M., Bejan, L.: **Flame detection in power boilers — achievements and outlook**

The paper shows briefly some of the aspects of flame detection study and problems in large boilers for natural gases, fuel oil and coal dust flames, as well as an outlook on flame detection and flame detectors. A representative type of flame detector is described, from the range of flame detectors developed at I.C.S.I.T.E.E. Bucharest.

Construcţia de maşini, 39 (1987), No. 5, 3 figs., 4 bibl. refs.

DC : 662.318

Nistor, I., Macarie, Rodica, Dobra, H., Hristescu, Georgeta, Zissulescu, Ecaterina, Florică, Elena : **Developments in research, design and manufacture of electrostatic precipitators in Romania**

The present state of the electrostatic precipitator research, designing and manufacturing in our country is presented, including experimental aspects (conditioning technologies for cleaning the disperse medium containing high resistive dusts), developments of electrostatic precipitators and their implementation in high polluted industries. Subsequently, are shown the new world trends in building electrostatic precipitator units (enectrostatic precipitators with increased spacings and their supply with high voltage impulses) and the results obtained in I.C.S.I.T.E.E. Bucharest, in this field.

Construcția de mașini, 39 (1987), No. 5, 6 figs., 3 tabs., 11 bibl. refs.

DC : 621.51

Bochiș, I. : **Diaphragm compressors for clean circulation of synthesis gases**

This paper deals with a method of solving the circulation of sour, corrosive or rare gases with diaphragm compressors used in the gases compression proces. It also describes the technical methods that lead to the achievent of an optimum energetical solution.

Construcția de mașini, 39 (1987), No. 5, 1 fig., 3 bibl. paps.

DC : 662.99

Haiduc, C. : **Researches on recovery of re-usable power resources from in flue gases under the dew point, by means of contact economizers**

Recovery of re-usable power resources from in flue gases at temperatures under the dew point is getting increasingly important at present, having in view the large number of power and technological units discharging huge quantities of flue gases at low temperatures. The author presents the results of his researches in this field, for flue gases coming from the burning process of natural gases, fuel oil and solid fuels. As a result of these researches, types of recovery units were established, destined for units operating with the above mentioned fuels. It is underlined the special importance of the application of re-usable power recovery units for power and industrial units operating on natural gases without sulphur. These units require simpler anticorrosive protection than the units operating on liquide or solid fuels.

Construcția de mașini, 39 (1987), 2 figs., 3 tabs., 7 bibl. paps.

DC : 620.9

Ionașek, Th., Andrei-Ionescu, P. : **Considerations on a new type of plane solar collector for heating a gaseous working fluid**

Reduction of thermal power losses in solar collectors is a special concern, with direct implications on the efficiency of solar radiation power capture and application. The present paper submits a new type of plane solar collector for air heating and the performances attained in reducing the thermal power losses and increasing the efficiency of incidental solar radiation power-capture.

Construcția de mașini, 39 (1987), No. 5, 6 figs., 1 tab., 14 bibl. paps.

CD : 662.74 : 662.76

Tătaru, N.; Fendrihan, L., Dogaru, M. : **Projection assistée par ordinateur du générateur de gaz en couche fluidisée à insufflation de vapeur et d'oxygène**

Dans l'ouvrage on présente le modèle mathématique d'un gazogène en couche fluidisée sous pression et on élabore deux programmes de langage FORTRAN. On utilise les équations d'équilibre thermodynamique et massique pour les divers composants du gaz résulté. On détermine la température de réaction du bilan thérmique du gazogène et ensuite on détermine la composition chimique et respectivement le rendement de la gazéification. On fait ensuite le calcul des conditions de la maintenance de la couche fluidisée et pour la détermination des dimensions principales du gazogène.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 5, 2 fig., 6 réf. bibl.

CD : 662.61

Dogaru, M., Müller, I., Raicu, F. : **Programme de calcul en vue de la simulation mathématique des processus de combustion et d'échange de chaleur pour combustibles solides**

On y présente la simulation de l'ensemble brûleur-foyer pour charbon-poussière, en vue de l'étude des processus de combustion et d'échange de chaleur. Le modèle mathématique tient compte du bilan massique et thèrmodynamique, mettant en évidence les étapes du processus de combustion pour le combustible analysé. On élabore un programme de langage FORTRAN ; en utilisant quatre sous-routines et en tenant compte des conditions imposées par le dégagement et respectivement la combustion des différents composants qui participent au processus complèxe qui a lieu dans un jet de mélange air-poussière.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 5, 2 fig., 5 ref. bibl.

CD : 662.992.8

Georgescu, M., Chiriacescu, M., Bejan, I. : **Surveillance de la flamme aux chaudières énergétiques — réalisations et perspectives**

L'article présente succinctement quelques aspects liés du stade et du problème concernant la surveillance des flammes de gaz naturels, mazout et charbon-poussière aux chaudières de grande capacité, ainsi que des considérations sur la perspective de la surveillance et des surveillants des flammes. On y décrit un type représentatif de surveillant de flamme de la gamme réalisée par I.C.S.I.T.E.E. — Bucarest

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 5, 2 fig., 5 réf. bibl.

CD : 621.318

Nistor, I., Macarie, Rodica, Dobra, H., Hristescu, Georgeta, Zissulescu, Ecaterina, Florică, Elena : **Développement de la recherche, de la projection et de la fabrication des électrofiltres en Roumanie**

On y présente le stade actuel de la recherche, de la projection et de la fabrication des électrofiltres dans notre pays, comprenant des aspects expérimentaux (technologie de conditionnement dans le cas de l'épuration des milieux disperses contenant des poussières très résistives), réalisations des électrofiltres et leur implémentation dans les industries puissament polluées. On y présente de même les tendances nouvelles apparues sur plan mondial dans la construction des installations de précipitation électrostatique (électrofiltres à pas agrandi et leur alimentation avec impulsions de haute tension) et les résultats obtenus en I.C.S.I.T.E.E. dans ce domaine.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 5, 6 fig., 3 tab., 11 réf. bibl.

CD : 621.51

Bochiş, I. : **Les compresseurs à membranes à but de vehiculer les gaz sans pollution**

L'ouvrage analyse une variante de resoudre le problème du transport des gaz caustiques, corrosifs ou rare et présente une description contructive et fonctionnelle des compresseurs à membrane métallique flexible utilisés dans le processus de la compression des gaz. On décrit enfin des résolutions techniques qui ont conduites à la réalisation d'une solution énergétique.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 5, 1 fig. 3 ref. bibl.

CD : 662.99

Haiduc, C. : **Recherches concernant la récupération des ressources énergétiques récupérables provenant des gaz de combustion aux températures situées sous le point de rosée par économiseurs à contact**

Le problème de la récupération des ressources énergétiques secondaires récupérables, provenant des gaz de combustion aux températures situées sous le point de rosée a une importance toujours plus grande dans l'étape actuelle, si on tient compte du grand nombre d'installations énergétiques et technologiques qui éliminent des quantités immenses de gaz de combustion aux températures basses. On y présente les résultats des recherches entreprises par l'auteur dans ce domaine pour gaz de combustion provenant de la combustion des gaz naturels, du mazout et des combustibles solides. À la suite de ces recherches ont été établis les types d'installations à récupération RER destinées aux installations aux combustibles mentionnés. On souligne l'importance particulière de l'application des installations à récuperation RER, aux températures situées sous le point de rosée pour les installations énergétiques et industrielles qui utilisent pour combustible des gaz naturals sans teneur en soufre. Pour ces installations, les mesures de protection anticorrosives sont beaucoup plus simples que dans le cas de l'utilisation des combustibles liquides ou solides.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 5, 2 fig., 3 tab., 7 ref. bibl.

CD : 620.9

Ionaşek, Th., Andrei-Ionescu, P. : **Considérations sur un nouveau type de capteur solaire plan pour le chauffage d'un fluide gazeux**

La réduction des pertes d'énergie thérmique des capteurs solaires est un problème qui intèresse tout particulièrement avec implications directes sur l'efficacité de la captation et de l'utilisation de l'énergie de la radiation solaire. On y présente un nouveau type de capteur solaire plan pour le chauffage de l'air, ainsi que les performances réalisées dans la réduction des pertes d'énergie thermique et la croissance de l'efficacité de la captation de l'énergie de la radiation solaire incidente.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 5, 6 fig., 1 tab., 14 ref. bibl.

DK : 662.74 : 662.76

Tătaru, N., Fendrihan, L., Dogaru, M. : **Entwurf eines Hochdruck — Wirbelschichtgasgenerators mit Dampf und Sauerstoffzufuhr, mit Rechnerhilfe**

Das mathematische Modell eines Hochdruck — Wirbelschichtgasgenerators und zwei FORTRAN Programme werden beschrieben. Thermodynamische und Massenwirkungs — Gleichgewichtsgleichungen zwischen gasförmigen Komponenten werden benützt. Die Reaktionstemperatur wird aus der Wärmebilanz bestimmt, danach nochmals die chemische Gaszusammensetzung und der Wirkungsgrad der Vergasung. Zuletzt werden die Bedingungen zur Erhaltung der Wirbelschicht un die Hauptmasse des Hochdruck — Wirbelschichtgasgenerators berechnet.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 2 Bild., 6 Lit.

DK : 662.61

Dogaru, M., Müller, I., Raicu, F. : **Berechnungsprogramm zwecks mathematischer Modellierung von Verbrennungs — und Wärmeübertragungsprozessen für feste Brennstoffe**

Die Brenner — Feuerungeinheit für Kohlenstaub wird in diesem Aufsatz modelliert zwecks Erforschung der Verbrennungs und Wärmeübertragungsprozesse. Das mathematische Modell berücksichtigt Massen und Energieerhaultungsleichungen und die Verbrennungsetappen für den betreffenden Brennstoff. Es wird ein Programm in FORTRAN ausgearbeitet, dass vier Unterprogramme verwendet und dass Freisetzen und die Verbrenung der verschiedenen, an den komplexen Prozessen im Luft — Kohlenstaubstrahl teilnehmenden, Bestandteile berücksichtigt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 2 Bild., 5 Lit.

DK : 662.992.8

Georgescu, M., Chiriacescu, M., Bejan, L. : **Flammenkontrolle bei Dampferzeugern — gegenwärtige und langfristige Aspekte**

Stand und Problematik der Flammenkontrolle für Erdgas, schweres Heizöl und Kohlenstaub bei grossen Dampferzeugern werden im Aufsatz behandelt und Erwägungen bezüglich der langfristigen Aspekte der Flammenkontrolle und der Flammenwächter aufgestellt. Es wird ein repräsentativer Flammenwächter aus der Wächterreihe von I.C.S.I.T.E.E. Bukarest beschrieben.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 3 Bild., 4 Lit.

DK : 621.18

Nistor, I., Macarie, Rodica, Dobra, H., Hristescu, Georgeta, Zissulescu, Ecaterina, Florică, Elena : **Die Entwicklung der Erforschung, Projektierung und Herstellung elektrostaticher Staubscheider in der S.R. Rumanien**

Der gegenwärtige Stand der Erforschung, Projektierung und Herstellung von elektrostatischen Staubabscheidern in unserem Land wird beschrieben, experimentelle Arbeiten (Aufbereitungstechnologie disperser Medien mit Staub mit hohen elektrischen spezifischen Widerstand vor der Reinigung), die Herstellung von Staubabscheidern und der Einsatz dieser Filter in stark luftverschmutzenden Industrien werden behandelt. Weiterhin werden die neuen Tendenzen auf Weltebene in der Herstellung der elektrostatischen Staubabscheidern (Abscheider mit vergrösserter Teilung und ihre Speisung mit Hochspannungsimpulsen), und die von ICSITEE erzielten Ergebnisse in diesem Bereich beschrieben.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 6 Bild., 3 Taf., 11 Lit.

DK : 621.51

Bochiş, I. : **Membranverdichter für die Gasförderung ohne Verschmutzung**

Die Arbeit analysiert eine Lösungmethode des Problems der Förderung von kaustischen und ätzenden Gase und die der Edelgase. Es werden Verdichter mit biegsamer, metallischer Membrane, die im Prazess der Gasverdichtung verwendet sind vom konstruktiven und vom betrieblichen Standpunkt aus beschrieben. Am Ende beschreibt man die technischen Lösungen die zur Gewinnung eines bestmöglichen energetischen Ergebnisses geführt haben.

Construcţia de maşinini, 39 (1987), Nr. 5, 1 Bild. 3 Lit.

DK : 662.99

Haiduc, C.: **Forschungen betreffend der Rückgewinnung von Abwärme aus Verbrennungsgasen bei Temperaturen unter dem Taupunkt mittels Kontaktekonomiser**

Das Problem der Rückgewinnung wiederverwendbarer Energiequellen (WVE) aus Verbrennungsgasen unter dem Taupunkt hat in der gegenwärtigen Etappe eine immer grössere Bedeutung, wenn man die grosse Zahl der energetischen und technologischen Anlagen berücksichtigt die riesige Mengen von Verbrennungsgasen bei niedrigen Temperaturen ausstossen. Im Aufsatz werden Ergebnisse des Verfassers veroffentlicht für Verbrennungsgase von Erdgas, schweres Heizöl und feste Brennstoffe. Als Ergebniss wurden Anlagentypen für die Rückgewinnung von WVE für alle Brennstoffarten entwickelt. Die Anwendung von Rückgewinnungsanlagen von WVE bei Temperaturen unter dem Taupunkt für energetische und technologische Anlagen die Erdgase ohne Schwefelgehalt verbrennen ist besonders wichtig. Für diese Anlagen sind die Korrosionsschutzmassnahmen viel einfacher als für flüssige oder feste Brennstoffe.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 2 Bild., 3 Taf., 7 Lit.

DK : 620.9

Ionaşek, Th., Andrei-Ionescu, P.: **Betrachtungen über einem neuen Solarkollektor für die Erwärmung gasförmigen Wärmeträger**

Die Verminderung der ungenutzten Sonnenenergie in thermischen Kollektoren ist eine Aufgabe mit unmittelbaren Folgen bezüglich der Strahlungsaufnahme, ihres Wirkungsgrades und der Sonnenenergienutzung. Der vorliegende Aufsatz beschreibt einen neuen ebenen Flachkollektoren für Luftaufheizung, seine Leistungen bezüglich der Verminderung thermischer Energieverluste und der Steigerung des Aufnahmewirkungsgrades einfallender Sonnenenergie.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 5, 6 Bild., 1 Taf., 14 Lit.

ДК : 662.74 : 662.76

Тэтару, Н., Фендрихан, Л., Догару, М.: *Система автоматизированного проектирования газогенератора в кипящем слое под давлением на парокислородном дутье*

В работе представлена математическая модель газогенератора в кипящем слое под давлением и составлены две программы на языке ФОРТРАНА. Применяются уравнения теплодинамического и объемного равновесия для различных составляющих получаемого газа. Из теплового баланса газогенератора определяется температура реакции, а затем перерасчитывается химический состав и, соответственно, к.п.д. газификации. Потом вычисляются условия поддерживания кипящего слоя и для определения основных размеров газогенератора.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 2 фиг., 6 лит.

ДК : 662.61

Догару, М., Мюллер, И., Райку, Ф.: *Расчетная программа для математического моделирования процессов сжигания и теплообменных процессов для твердых топлив.*

В работе моделируются горелка-топка на пылевидном угле с целью исследования процессов сжигания и теплообменных процессов. Математическая модель учитывает объемный и теплодинамический балансы, выявляя этапы процесса сжигания рассматриваемого топлива. Разрабатывается программа на языке ФОРТРАНА, применив 4 подпрограммы и учитывая требования по выделению и, соответственно, различным компонентам, участвующим в комплексном процессе струи воздухоугольной смеси.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 2 фиг., 5 лит.

ДК : 662.992.8

Джеорджеску, М., Кирначеску, М., Бежан, Л.: *Наблюдение за пламенем энергетических котлов — достижения и перспективы*

В статье кратко изложены некоторые вопросы, связанные с состоянием и проблемой наблюдения за мазутным, пылеугольным факелом и факелом природного газа крупных котлов, а также соображения, связанные перспективой наблюдения за пламенем и конзанные перспективой наблюдения за пламенем и контролера пламени. Описывается характерный тип контролера пламени из созданных в ИКСИТЕЕ — Бухарест — контролеров.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 3 фиг., 4 лит.

ДК : 621.318

Нистор, И., Махарие, Родика, Добра, Х., Христеску, Джорджета, Зиссулеску, Екатерина, Флорикэ, Елена: *Развитие исследований, проектирования и конструкции электрофильтров в СРР*

Представлено актуальное состояние исследований, проектирования и конструкции электрофильтров в нашей стране, включая экспериментальную сторону (технологии подготовки в случае очистки дисперсных сред, содержащих сильнорезистивную пыль), создание электрофильтров и их внедрение в сильнозагрязнительных промышленностях. В дальнейшем изложены новые тенденции на мировом плане в области конструкции установок электростатического осаждения (электрофильтры увеличенным шагом и питаемые импульсами высокого напряжения), а также достижения ИКСИТЕЕ в этой области.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 6 фиг., 3 таб., 11 лит.

ДК : 621.51

Бокиш, И.: *Мембранный компрессор для циркуляции газов без загрязнения*

Работа рассматривает вариант решения вопроса циркуляции едких, корродирующих или редких газов. Представляется конструктивное и технологическое описание компрессоров с металлической гибкой мембраной, применяемых в процессе сжигания газов. В заключении описываются технические решения, обусловливающие осуществление энергетического оптимального решения.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 1 рис., 3 лит.

ДК : 662.99

Хайдук, К. : *Исследования по рекуперации энергетических вторичных ресурсов дымовых газов при температурах ниже точки росы при помощи контактных экономайзеров*

Вопрос рекуперации энергетических вторичных ресурсов (ВЭР) дымовых газов при температурах ниже точки росы, в настоящее время приобретает все большее значение, учитывая значительное количество энергетических и технологических установок, выделяющих огромные количества дымовых газов при пониженных температурах. В работе изложены результаты проведенных автором исследований в этой области, для дымовых газов, выделенных при сжигании: природного газа, мазута и твердых топлив. В результате этих исследований определены типы утилизационных установок ВЭР, предназначенных для установок на вышеуказанных топливах. Отмечается особое значение внедрения подобных установок при температурах ниже точки росы для энергетических и промышленных установок, применяющих в качестве топлива природный газ без серосодержания. Для этих установок противокоррозионные защитные меры намного проще, чем при применении жидких и твердых топлив.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 2 фиг., 3 таб., 7 лит.

ДК : 620.9

Ионашек, Т., Андрей-Ионеску, П. : *Соображения по новому типу плоского солнечного коллектора для нагрева рабочей газообразной жидкости*

Снижение потерь тепловой энергии солнечных коллекторов является вопросом к которому проявляют особый интерес, имеющим непосредственное влияние на эффективность улавливания и применения энергии солнечного излучения. В настоящей работе представлен новый тип плоского солнечного коллектора для нагрева воздуха. а также параметры, полученные при снижении потерь тепловой энергии и повышении эффективности улавливания энергии солнечного падающего излучения.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 5, 6 фиг., 1 таб., 14 лит.

Douăzeci de ani de cercetare și inginerie tehnologică în domeniul echipamentelor termoenergetice

Ing. Adrian **POPA** — I.C.S.I.T.E.E. București

Anul 1967 poate fi considerat momentul hotărîtor al maturizării industriei constructoare de echipamente energetice din România. În acest an, pe baza experienței acumulate în domeniul fabricației de turbine cu abur și generatoare electrice de puteri pînă la 50 MW și fabricației de piese de schimb pentru toate turbinele cu abur în exploatare la acea dată în sistemul energetic național (la Intreprinderea de Construcții de Mașini Reșița și, respectiv, Intreprinderea Energoreparații din București), s-a hotărît dezvoltarea Uzinei Metalurgice București și profilarea ei pe fabricația de turboagregate, sub o nouă formă: Intreprinderea de Mașini Grele din București.

În consens cu dezvoltarea sistemului energetic național, în care se instalase de curînd primul grup de 330 MW la Ișalnița, ca răspuns la necesitatea logică a unui suport conceptional pentru o fabricație de echipamente cu un grad de complexitate ridicat, din inițiativa conducerii superioare de partid și de stat, a luat ființă institutul de profil, care prin dezvoltare continuă și prin cîteva transformări organizatorice succesive a devenit Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Echipamente Energetice.

Hotărîrea Consiliului de Miniștri nr. 1070 din 1967, actul de naștere al institutului stipula: „Pe data de 01.05.1967 se înființează în domeniu, de Cercetări și Proiectări pentru Echipamente Termoenergetice București (I.C.P.E.T.) cu sediul în orașul București sub îndrumarea și controlul Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini".

În mod firesc, nucleul a fost constituit din ingineri și tehnicieni cu experiență în domeniu, în special din Reșița cărora li s-au alăturat an de an absolvenți ai facultăților de Mecanică, Energetică și Electrotehnică, care s-au format aici ca specialiști recunoscuți.

Mulți dintre „membrii fondatori" sînt și astăzi oameni ai muncii în institut, cadre tehnice de nădejde, mulți cu munci de răspundere cunoscuți și apreciați în întreaga țară: ing. Popovici Teofil director al institutului în perioada 1967—1977 ing. Cârdu Mircea — director al institutului în perioada 1979—1986, ing. Brădățeanu Victor — director adjunct tehnic de la înființare și pînă în prezent, ing. Herbei Nicolae, ing. Constantinescu Marius, ing. Mișcoci Valeriu, ing. Mihăilescu Marin, ing. Olaru Grigore, dr. ing. Nabijovici Abdulah, ing. Dumitrescu Ștefan și alții.

În primii trei ani de existență, s-a reușit — printr-un admirabil efort colectiv — să se parcurgă un drum de pionierat în proiectarea turboagregatului de 330 MW pe baza preluării documentației de licență — Alsthom — Rateau — Schneider — Delas, în paralel cu proiectarea tehnologiilor de execuție, proiectarea noilor hale de producție, achiziționarea și instalarea mașinilor-unelte etc.

Vizita secretarului general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, la U.M.G.B. (azi Intreprinderea de Mașini Grele București) din anul 1968 și prețioasele indicații date cu acest prilej au constituit un puternic îndemn pentru urgentarea proiectării și organizării fabricației de turboagregate de mare putere, astfel încît în anii 1969—1972 intră treptat în funcțiune halele de turboagregate și mecano-sudură.

Simultan se desfășoară acțiunea de asimilare a cazanului de 1035 t/h abur, aferent turbinei de 330 MW la Uzina Vulcan, proiectarea acestuia pe baza documentației de licență — Babcock — R.F.G. — fiind în sarcina Centrului de Cercetare și Proiectare pentru Cazane, care ființa din anul 1966, pe lîngă această întreprindere.

În anul 1970 conducerea superioară de partid și de stat a hotărît concentrarea tuturor forțelor de concepție din domeniul echipamentelor termoelectrice prin unificarea Institutului de Cercetări și Proiectări Termoenergetice a Centrului de Cercetare și Proiectare Cazane și a Institutului de Energetică al Academiei R.S. România într-un singur institut căruia i se dă un nume nou: Institutul de Cercetare Energetică Industrială și Proiectare Utilaje Energetice (I.C.E.I.P.U.E.).

Prin aceasta s-a mărit plutonul „veteranilor" de astăzi cu lucrători cu state de serviciu pe preocupări de energetică sau proiectare de cazane chiar de dinainte de 1967 și care sînt și astăzi oameni ai muncii în institut, cadre tehnice cu munci de răspundere, de asemeni cunoscuți și apreciați în întreaga țară: Dr. ing. Elefterescu Marius, Dr. ing. Lemnaru Nicolae, Ing. Kovacs Ștefan, ing. Bicleșan Dumitru, ing. Cazacu Constantin, dr. ing. Nistor Ioan, dr. ing. Haiduc Constantin, ing. Soci Antoaneta de la Institutul de Energetică, ing.

Atanasiu Virgil, Ing. Artino Alexandru, ing. Iliescu Gheorghe, ing. Alexe Marin, ing. Hulea Ion, ing. Ignat Gheorghe, ing. Dobra Horia, ing. Calafeteanu Ion de la C.C.P.C.

Dezvoltîndu-se de la an la an, creîndu-și și organizîndu-și noi posibilități de cercetare și proiectare, institutul a putut răspunde cererilor tot mai angajante ale diferitelor sectoare ale economiei naționale: energetic, industriei chimice (turbocompresoare), industriei siderurgice (suflante, electrofiltre), construcției de nave, ajungînd să fie astăzi furnizorul proiectelor pentru echipamente destinate centralei nuclearo-electrice de la Cernavodă și Uzinei de Apă Grea de la Dobreta Turnu-Severin.

Pentru succesele și bunele rezultate ale primilor ani de activitate, I.C.S.I.T.E.E. i s-au decernat:

— Meritul Științific — clasa a II-a și titlul de fruntaș pe țară locul II pe anul 1973;

— Meritul Științific — clasa a I-a și titlul de fruntaș pe țară locul I pe anul 1974;

— Titlul de fruntaș pe țară locul II pe anul 1976;

— Meritul Științific — clasa a III-a și titlul de fruntaș pe țară locul III pe anul 1977.

Din anul 1971 institutul are o puternică filială la Cluj-Napoca, al cărei profil este conturat pe preocupări de inginerie tehnologică pentru cazane mici (din programul de fabricație al Combinatului de Utilaj Greu din Cluj-Napoca) pe tehnologiile și instalațiile de ardere și gazeificare a cărbunilor, de cercetare și realizare în microproducție a pompelor dozatoare etc.

Beneficiind de experiența acumulată din prelucrarea de licențe (cele mai recente, de la General Electric — S.U.A. și Ansaldo — Italia, pentru partea clasică a centralelor nucleare), colectivul de cercetători, ingineri și proiectanți a atins acea maturitate tehnică, în virtutea căreia a trecut la dezvoltarea în concepție proprie a unor echipamente energetice.

Dintre acestea se disting:

— În domeniul cazanelor

— o gamă variată de cazane de abur, avînd debite cuprinse între 2 și 525 t/h ce pot utiliza combustibili solizi inferiori sau hidrocarburi;

— o gamă completă de cazane de apă caldă cu o capacitate de 0,1 . . 1 Gcal/h pentru încălziri centrale;

— o gamă de cazane de apă fierbinte de 1 . . .'100 Gcal/h pentru termoficare urbană, ce pot utiliza combustibili solizi inferiori sau hidrocarburi;

— o serie foarte diversificată de cazane recuperatoare, pentru utilizarea căldurii reziduale sau arderea unor deșeuri din industrie;

— În domeniul turboagregatelor

— mai multe game de turboagregate de condensație, pentru termoficare industrială și urbană, adaptate unor presiuni și temperaturi ale aburului standardizate, și avînd puteri cuprinse între 0,015 . . . 160 MW;

— o serie de eurbine industriale de antrenare a compresoarelor, suflantelor sau pompelor din industria chimică, metalurgică, navală etc., cu turații înalte, avînd puteri cuprinse între 0,3 . . . 30 MW;

— o serie de turbine recuperatoare utilizînd aburul de parametri reduși, produs în cazanele recuperatoare, cu puteri cuprinse între 0,1 . . . 25 MW;

— instalații de reglaj electrohidraulice (REH), pentru reglarea automată a turboagregatelor de mai sus.

Implicat direct în acțiunea de integrare a fabricației de echipamente termoenergetice, I.C.S.I.T.E.E. a contribuit și contribuie la reducerea importurilor și prin realizarea în baza proprie de microproducție a unor subansamble de înaltă tehnicitate: regulatoare electrohidraulice, automate de ardere, supraveghetoare de flacără, mașini combinate (generator de reglaj — alternator de fază) și altele.

Prin Decret al Consiliului de Stat al R.S.R. nr. 348 din 9 noiembrie 1985, Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Echipamente Energetice are și sarcina coordonării activității Centrului de Cercetare și Inginerie Tehnologică pentru Echipamente Hidroenergetice (C.C.S.I.T.E.H.) din Reșița cu filiala sa din Timișoara.

CZ : 621-165

Realizări și perspective în concepția și construcția de turboagregate

Ing. Victor **BRADAȚEANU**, ing. Mircea **CĂRDU** — Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Echipamente Energetice (I.C.S.I.T.E.E.) București

Bazele construcției de turbine cu abur și generatoare electrice în țara noastră au fost puse la Întreprinderea de Construcții de Mașini Reșița (ICMR), în urmă cu 35 de ani, prin realizarea turbinelor cu abur de 3 MW tip AP 3—1*), din care primul exemplar a fost pus în funcțiune în anul 1952 la Întreprinderea chimică Victoria de la Ucea.

Industrializarea țării a impus proiectarea și realizarea de noi tipuri de turbine, cu puteri și de construcții diverse, adecvate utilizării (în special) în centrale electrice de termoficare industrială și urbană. Majoritatea turbinelor erau destinate antrenării de generatoare electrice, iar unele antrenării de turbosuflante din industria metalurgică. Gama de puteri era cuprinsă între 3 și 50 MW.

O parte din turbinele realizate la I.C.M.R. a fost exportată în R.P. Chineză (turbine tip AP 3—1 și ACS 4,5), R.P. Mongolă (turbina tip AP 3—1), India (turbina tip AS 3—TH și AC 6—TH) și Egipt (turbina tip BR 4—THA).

Au fost realizate, de asemenea, și turbine cu abur cu puteri mai mici de 3MW și anume turbina de 1 MW cu contrapresiune (pentru antrenare de generatoare electrice), precum și turbinele de 0,1 și 0,15 MW (pentru antrenarea de pompe de alimentare a cazanelor).

Caracteristicile tehnice și constructive ale acestor turbine au fost prezentate în paginile revistei „Construcția de Mașini", [1], [3].

Concepția turbinelor fabricate la I.C.M.R. a fost realizată în cadrul serviciului constructor șef al întreprinderii respective, iar în perioada 1966—1967, în cadrul Institutului de Proiectări pentru Echipamente Energetice din Reșița.

Legat de organizarea unei fabricații moderne de turbine cu abur, cu puteri pînă la 660 MW (și prin dezvoltare în continuare, cu puteri de ordinul 1000 — 1200 MW), în anul 1967, a fost înființat la București Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Echipamente Termoenergetice (actualul ICSITEE), care urma să asigure cu proiecte de execuție Întreprinderea de Mașini Grele București (I.M.G.B.), unitate destinată dezvoltării acestei fabricații.

Pînă la transferarea completă a fabricației de turbine cu abur de la I.C.M.R. la I.M.G.B., fapt petrecut la mijlocul deceniului 1971—1980, la I.C.M.R. au fost fabricate peste 170 turbine cu puteri în domeniul 1—50 MW, într-un sortiment de peste 20 tipodimensiuni și un număr mare de turbine cu puteri sub 0,15 MW.

În cadrul I.C.S.I.T.E.E., problema concepției turbinelor cu abur a fost abordată prin prisma sarcinii ca la I.M.G.B. să se execute toate tipurile de turbine cu abur necesare economiei naționale (energetice, de termoficare sau pentru antrenare de compresoare, pompe etc.) și, de asemenea, cele pentru care apar cereri de export. În consecință, în cadrul Institutului funcționează atît colective de proiectare pentru turbine, instalații auxiliare și săli de mașini aferente acestora, cît și un compartiment de cercetare pentru turbomașini.

Pentru o infuzie de tehnică de vîrf în domeniul construcției de turbine cu abur, proces care să compenseze lipsa unei activități de cercetare anterioare de durată, corespunzătoare în acest domeniu, în anul 1968 a fost achiziționată licența de fabricație pentru turbina cu abur energetică de 330 MW, de la Întreprinderea Rateau-Schneider din Franța, iar în anul 1981 a fost achiziționată licența de fabricație pentru turbina cu abur de 700 MW destinată centralelor nuclearo-electrice (echipate cu reactoare nucleare de tip Candu) de la Întreprinderea General Electric din S.U.A.

În aceste condiții, cu un aport din ce în ce mai important al cercetărilor proprii, în prezent, există capacitatea tehnică pentru proiectarea în cadrul I.C.S.I.T.E.E., în concepție proprie, a oricărui tip de turbină cu abur (energetică, de termoficare, pentru antrenare etc.), destinată centralelor termice clasice, cu puteri unitare pînă la 330 MW, sau pentru centrale nuclearo-electrice (C.N.E.) cu puteri unitare pînă la 1000 MW.

Astfel, încă din anul 1968, s-a trecut la reproiectarea, pe principii constructive moderne, a turbinelor cu abur cu puteri între 2,5 și 12 MW, realizate anterior la I.C.M.R.

Principalele elemente de modernizare aplicate cu această ocazie s-au referit la adoptarea, pe scară largă, a principiilor tipizării în construcția de mașini, precum și la echiparea turbinelor cu sistem de reglare electro-hidraulică în locul sistemelor mecano-hidraulice. A rezultat o serie tipizată de turbine cu condensație, cu condensație și prize de abur regla-

*) Simbolizarea turbinelor cu abur este în conformitate cu STAS 7148/1-80.

bile și cu contrapresiune, cu sau fără prize reglabile, destinate antrenării de generatoare electrice.

În scopul recuperării energiei aburului din diverse întreprinderi industriale (în special pentru înlocuirea economică a unor stații de reducere-răcire) a fost proiectată, de asemenea, o gamă tipizată de turbine cu puteri între 20 și 1000 kW, destinate atît antrenării de generatoare electrice, cît și antrenării altor mașini rotative ca pompe, ventilatoare etc.

Tot în scopul recuperării aburului cu parametri reduși, rezultat din procesele tehnologice aplicate în diverse industrii (în special industria metalurgică), au fost proiectate turbine de 2 și 25 MW.

Pentru antrenarea unor turbocompresoare din fabricile de amoniac, au fost realizate, în cooperare cu Întreprinderea Gutehoffnungshütte (GHH) din R.F. Germania, turbine cu puteri între 1,9 și 12 MW (5 tipodimensiuni).

Pentru palierul de putere de 50 MW, pe lîngă turbina cu condensație și două prize reglabile, de tip DSL 50, care se fabrica la I.C.M.R. și continuă să se fabrice (în variantă modernizată) la I.M.G.B., au mai fost realizate două tipuri de turbine cu contrapresiune (tipurile DKU 50 și DKUL 50). Pentru export (la centrala termoelectrică Cebu din Filipine) a fost realizată o turbină de 50 MW cu turația de 3600 rot./min., care antrenează un generator electric ce debitează într-o rețea energetică cu frecvența de 60 Hz.

În figura 1 este reprezentat rotorul de joasă presiune al turbinei DSL 50—1, fabricată la I.M.G.B., în figura 2 este reprezentat un aspect din timpul operației de montaj al rotorului în turbina DKU 50, pe standul de probă uzinal de la I.M.G.B., iar în figura 3 este reprezentată o vedere a sălii de mașini a unei centrale electrice de termoficare, echipată cu turboagregate de 50 MW fabricate la I.M.G.B.

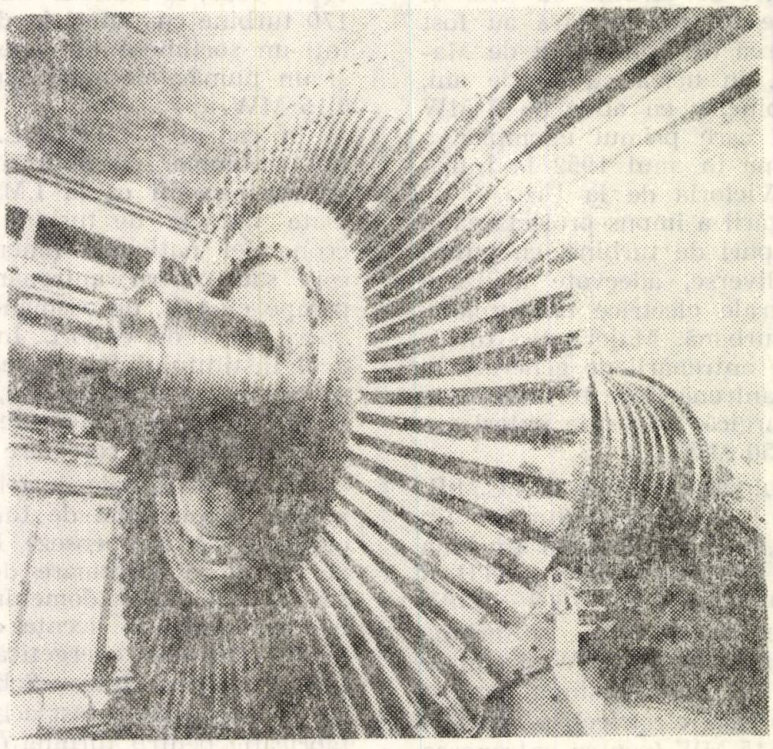


Fig. 1 Rotorul de joasă presiune al turbinei DSL 50—1.

Din seria tipizată au fost exportate turbinele CTR—12, de 12 MW, patru exemplare din acestea fiind în funcțiune la centrala termică a rafinăriei de la Banias din Siria, iar două exemplare sînt în curs de a fi puse în funcțiune la centrala termică a rafinăriei Anatolia din Turcia.

Pentru echiparea centralelor electrice de termoficare, de mare capacitate, a fost realizată turbina cu abur de 150 MW, tip F1L 150, din care primul exemplar funcționează la C.E.T. Palas (Constanța) iar al doilea este în stadiu avansat de montaj la C.E.T. Craiova II. Următoarele turbine de acest tip ce se vor executa la I.M.G.B. vor fi destinate, de asemenea, C.E.T. Craiova II, precum și C.E.T. Timișoara.

În figura 4 este reprezentată turbina cu abur F1L 150, montată pe standul de probe uzinal de la I.M.G.B.

Turbinele de 330 MW constituie unitatea de bază de mare putere în sistemul energetic național, cele executate la I.M.G.B., în număr de 11, funcționînd în prezent în centralele termoelectrice (C.T.E.) de la Rovinari, Turceni, Brăila și Anina. Următoarele trei turbine de acest tip vor fi destinate C.T.E. Turceni și Anina.

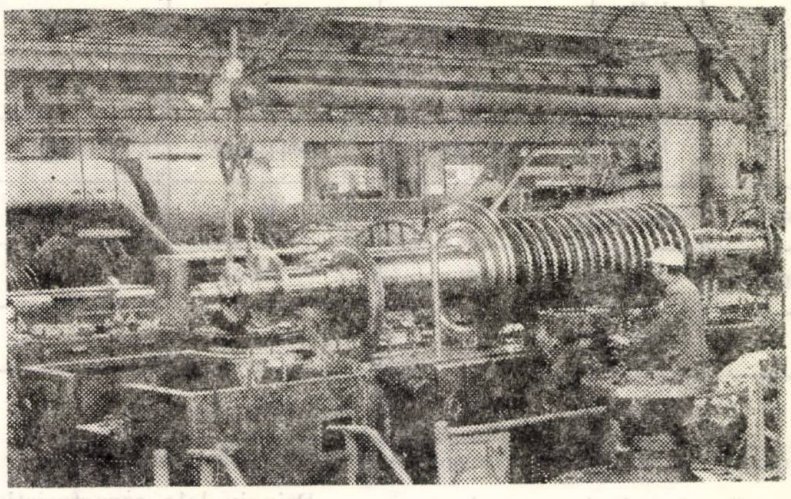


Fig. 2 Montarea rotorului la turbina DKU-50.

În prezent, la I.M.G.B. se desfășoară o activitate susținută pentru realizarea primelor turbine cu abur de 700 MW pentru C.N.E. Cernavodă.

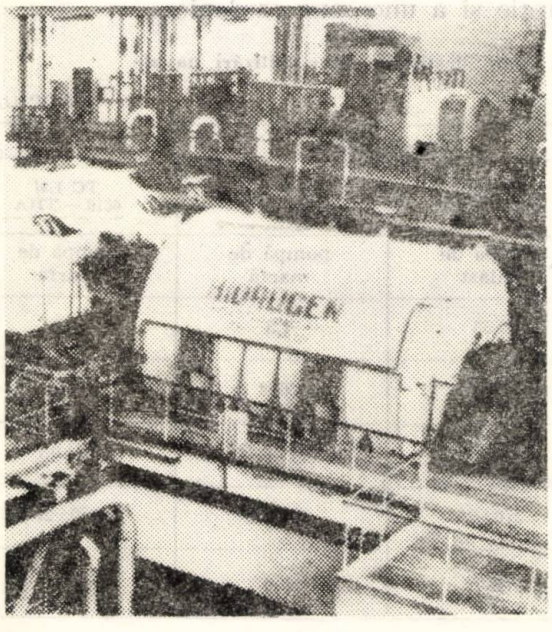


Fig. 3 Turboagregate de 50 MW într-o centrală electrică de termoficare.

Detalii în legătură cu caracteristicile tehnice și constructive ale turbinelor cu abur proiectate la I.C.S.I.T.E.E. pînă în anii 1983—1984 au fost date în lucrările anterioare [2], [3] și [4].

În perioada scursă în continuare, au mai fost proiectate la I.C.S.I.T.E.E. și în bună măsură deja realizate la I.M.G.B., noi tipuri de turbine cerute de economia națională și pentru export.

Astfel, pentru gama de puteri sub 1 MW, a fost realizat proiectul pentru turbina cu abur

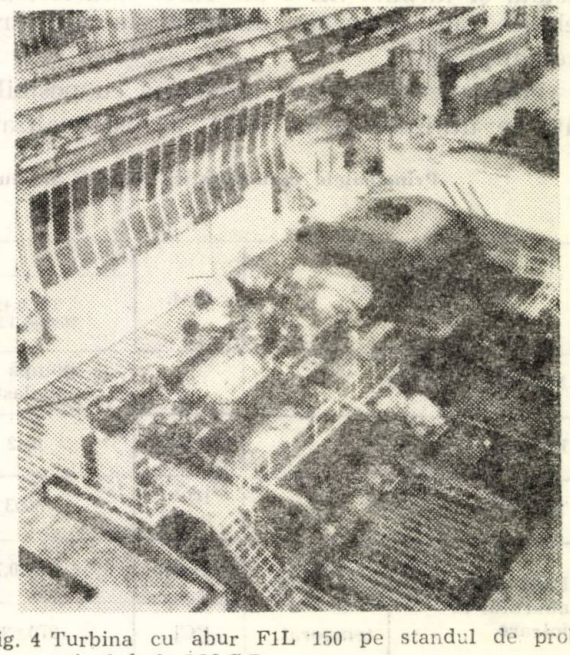


Fig. 4 Turbina cu abur F1L 150 pe standul de probe uzinal de la I.M.G.B.

TKP 0,4/6000, de 0,4 MW, destinată echipării unor microcentrale de termoficare.

Dezvoltarea industriei metalurgice a necesitat realizarea unor turbine pentru antrenarea turbosuflantelor destinate comprimării gazului de cocs. A fost, în consecință, proiectată turbina cu abur AKS 1,2/3900, executată în

Principalele caracteristici tehnice ale turbinelor cu abur TKP 0,4; AKS 1,2; SL 6 și AS 7—TH

Tabelul 1

Caracteristica tehnică		U.M.	Tipul turbinei			
			TKP 0,4	AKS 1,2	SL 6	AS 7—TH
Puterea		[MW]	0,4	1,2	6	7,2
Turația		[rot./min.]	6164/3000 *	3400÷3900	3000	3000
Parametrii aburului la intrare	presiunea	[bari]	15	35	13	35
	temperat.	[°C]	345	435	190	435
Presiunea aburului la priza reglată		[bari]	—	—	1,2 ÷ 2,5	13^{+5}_{-3}
Presiunea aburului la evacuare		[bari]	3^{+2}_{-1}	11^{+1}_{-3}	0,09	0,061

*) Generatorul electric cu turația de 3000 rot./min. este antrenat prin intermediul unui reductor de turație.

I.M.G.B. într-un număr de cinci exemplare pentru Combinatul Siderurgic Victoria de la Călan și Combinatul Siderurgic Călărași.

Pentru completarea gamei de turbine cu abur destinate recuperării energiei aburului cu parametri reduși, gamă din care inițial făceau parte turbinele SL 2 și SL 25, a fost proiectată și turbina SL 6 ale cărei caracteristici tehnice sînt adecvate utilizării în industria metalurgică.

Pentru export (și de asemenea cu posibilități de utilizare și în țară), a fost realizată turbina AS 7—TH; două asemenea turbine sînt în funcțiune la Combinatul de produse sodice El Mex Alexandria din Egipt.

Principalele caracteristici tehnice ale celor patru tipuri de turbine amintite mai sus sînt date în tabelul 1*).

În vederea reducerii importurilor de completare pentru navele petroliere cu capacități de 85000 tdw și 150000 tdw, a fost abordată asimilarea și fabricația în țară a turbinelor cu abur pentru antrenarea pompelor de balast (apă de mare) și de marfă (țiței sau apă de mare) care echipează aceste nave. Turbinele respective sînt cu ax vertical și antrenează pompele prin intermediul unor reductoare de turație și a unor axe cardanice.

Principalele caracteristici tehnice ale turbinelor cu abur destinate unor utilizări navale

Tabelul 2

Caracteristica tehnică		U.M.	Tipul turbinei			
			TC 0,42/ 3693 — THA	TC 0,53/ 3693 — THA	TC 1,5/ 6618 — THA	TC 1,9/ 6618 — THA
Mașina antrenată		—	pompă de balast	pompă de balast	pompă de marfă	pompă de marfă
Puterea		[MW]	0,42	0,53	1,5	1,9
Turația		[rot./min.]	3693	3693	6618	6618
Parametrii aburului la intrare	presiunea	[bari]	14±0,7	14±0,7	14±0,7	14±0,7
	temperat.	[°C]	270±20	270±20	270±20	270±20
Presiunea aburului la evacuare		[mmHg]	450	450	450	450

Primele turbine de acest tip au fost fabricate la I.M.G.B.; realizarea parametrilor funcționali a fost testată pe standul de probe al acestei întreprinderi, iar în prezent turbinele sînt în curs de montaj și încercări pe nave.

*) Unitățile de măsură pentru diverse mărimi date în continuare sînt cele prevăzute în documentațiile tehnice.

Caracteristicile tehnice principale ale acestor turbine cu abur sînt date în tabelul 2.

Pentru a se putea dezvolta o gamă atît de largă de tipuri și puteri unitare de turbine cu abur, a fost necesară, așa cum s-a arătat, o activitate laborioasă de cercetare științifică și inginerie tehnologică [2], [4], depusă în I.C.S.I.T.E.E. încă de la înființare, amplificată, în special în ceea ce privește lucrările de cercetare experimentală, după anul 1970, cînd în I.C.S.I.T.E.E. s-a încorporat fostul Institut de Energetică al Academiei R.S. România.

Cerințele privitoare la optimizarea soluțiilor constructive și cele impuse de creșterea productivității muncii în activitatea de proiectare au condus la întocmirea de programe pentru rularea pe calculator a

— calculului termic al treptelor turbinelor ;
— calculului bilanțului termic al instalației turbinei ;
— calculului de rezistență și caracteristicilor la vibrații ale paletelor rotorice ;
— calculului de rezistență a discurilor rotoarelor ;
— calculului turației critice de încovoiere și oscilațiilor torsionale ale rotoarelor ;
— calculului de rezistență a carcaselor de turbină de forme complicate ;
— calculului de rezistență a diafragmelor.

La o parte din aceste calcule, ca de exemplu cele pentru rezistența paletelor sau a carcaselor și diafragmelor, a fost aplicată metoda elementului finit.

Cercetările experimentale s-au concentrat, în special, pe următoarele obiective :

— determinarea caracteristicilor gazodinamice ale profilelor de palete ;
— determinarea caracteristicilor gazodinamice ale ventilelor de reglare ;
— stabilirea de elemente separatoare de umiditate din aburul umed ;
— determinarea caracteristicilor la vibrații ale paletelor lungi ;
— determinarea turațiilor critice ale rotoarelor ;
— determinarea solicitărilor în carcasele de formă complicată ;
— realizarea de elemente de filtrare a uleiului pentru sistemele de reglare.

O muncă de cercetare laborioasă s-a depus pentru realizarea, cu elemente electronice din țară, a regulatoarelor electrohidraulice, a căror fabricație este asigurată în cadrul atelierelor proprii de microproducție industrială a I.C.S.I.T.E.E.

În ceea ce privește perspectivele în activitatea de concepție și deci în construcția de noi tipuri de turbine cu abur, sînt de menționat două aspecte legate de : perspectiva imediată și perspectiva relativ mai îndepărtată.

Cu finalizare în perioada imediat următoare (pînă în anul viitor), este avută în vedere elaborarea proiectelor de execuție pentru turbinele de 0,4 MW ; 9 MW și 25 MW.

Turbina cu abur tip AKT 0,4 va fi destinată antrenării pompelor de alimentare cu apă incluse în instalațiile tehnologice ale combinatelor chimice de la Brazi, Borzești și Midia.

Principalele caracteristici tehnice ale acestei turbine sînt :

— puterea (la cupla turbinei) . . 0,4 MW ;
— turația . . . . . 2985 rot./min. ;
— presiunea aburului la admisie :
  — nominal . . . . . 36 bari ;
  — maxim . . . . . 42 bari ;
  — minim . . . . . 31 bari ;
— temperatura aburului la admisie :
  — nominal . . . . . 320°C ;
  — maxim . . . . . 400°C ;
  — minim . . . . . 300°C ;
— presiunea aburului la evacuare :
  — nominal . . . . . 14 bari ;
  — maxim . . . . . 17 bari ;
  — minim . . . . . 13 bari ;

În prezent, în unele centrale de termoficare industrială, destinate întreprinderilor care consumă cantități mari de abur pentru acoperirea necesităților proceselor tehnologice (în special în industria petrochimică), sursa primară de abur o constituie cazanele cu următorii parametri ai aburului : 130 bari, 545°C. Aburul tehnologic cu presiuni sub 18 bari este asigurat din prizele reglabile sau din evacuarea unor turbine de 50 MW (tip DSL 50, DKU 50 sau DKUL 50). Există însă și procese tehnologice care necesită abur cu presiunea de 35 bari, care în prezent se asigură din aburul de 140 bari trecut prin stații de reducere-răcire (SRR). Înlocuirea SRR cu turbine cu abur cu contrapresiune constituie un mijloc de utilizare economică a energiei aburului de înaltă presiune (140 bari), prin producerea de energie electrică, cu destindere pînă la presiunea de circa 35 bari, necesară utilizatorului.

În acest scop, se va proiecta turbina tip DKA 9 cu următoarele caracteristici principale :

— puterea (la cupla turbinei) . . 9,64 MW ;
— turația . . . . . 3000 rot./min. ;
— parametrii aburului la admisie :
  — presiunea . . . . . 130 bari ;
  — temperatura . . . . . 535°C ;
— presiunea aburului la evacuare 35 ± 5 bari.

Se studiază, în prezent, realizarea unei turbine destinată antrenării de turbocompresoare de gaz metan din stațiile de comprimare de pe magistralele de transport. Aburul care ar alimenta astfel de turbine urmează să fie produs în instalații de recuperare a căldurii ga-

zelor evacuate de turbinele cu gaze, care în prezent echipează stațiile de comprimare respective.

Tipul de turbină în cauză (ACC 25) este de construcție specială, cu admisia aburului la două presiuni și cu instalație de condensare răcită cu aer.

Principalele caracteristici ale turbinei ACC 25 sînt :

— puterea nominală (la cupla turbinei) . . . . . 25 MW ;
— puterea maximă (la cupla turbinei) . . . . . 30 MW ;
— turația . . . . 2700—3900 rot./min. ;
— parametrii aburului la admisia I :
  — presiunea . . . . . 34,3 MPa ;
  — temperatura . . . . . 400 °C ;
— presiunea aburului (saturat) la admisia II . . . . . 0,6 MPa ;
— presiunea (de calcul) în condensator . . . . . 8 kPa ;
— temperatura (de calcul) pentru aer 15°C.

Instalația de condensare răcită cu aer se va realiza în colaborare cu întreprinderi specializate din R.P. Ungară.

Pentru perioada după anul 1988, este avută în vedere finalizarea proiectelor pentru două tipuri de turbine de puteri mai mari și construcție complexă, necesare economiei naționale, și anume : turbina cu abur de 100 MW, pentru termoficare industrială și urbană, tip DSL 100, și turbina de 1000 MW, tip Nl C 1000, destinată C.N.E. echipate cu reactoare sovietice de tip VVER 1000.

Se dau mai jos principalele caracteristici tehnice ale acestor două tipuri de turbine.

Turbina cu abur DSL 100

— puterea nominală . . . . 100 MW ;
— turația . . . . . 3000 rot./min. ;
— parametrii aburului la admisie :
  — presiunea . . . . . 130 bari ;
  — temperatura . . . . . 535°C ;
— debitul de abur la admisie . . 400 t/h ;
— parametrii aburului la priza reglată, industrială :
  — presiunea . . . . . 13±3 bari ;
  — debitul de abur nominal . . . . . 100 t h ;
  — debitul de abur maxim . . . . . 200 t/h ;
— presiunile la priza reglată, de termoficare urbană :
  — treapta I . . . . . 0,6—0,8 bari ;
  — treapta II . . . . . 1,5—1,7 bari ;
— temperatura apei de răcire la condensator . . . . . 27°C.

Turbina cu abur N1C 1000

— puterea . . . . . 1080 MW ;
— turația . . . . . 1500 rot./min. ;
— parametrii aburului la admisie :
  — presiunea . . . . . 65 bari ;
  — temperatura . . . . . 274,3°C ;
— debitul de abur :
  — necesar ciclului termic . . . . 6276 t h ;
  — la admisie în turbină . . . . . 5806 t h ;
— presiunea în condensator . . 0,0775 bari ;
— temperatura apei de alimentare (la ieșirea din circuitul regenerativ) 218,1°C.

Pe lîngă aceste tipuri de turbine, rezultate din necesitățile economiei naționale, perspectiva în acest domeniu este completată de turbine, în special cu puteri de 150 MW și 330 MW, care se găsesc în diverse faze caracteristice ofertării lor pentru export.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Popovici, T., Brădățenu, V.* : Însușirea și dezvoltarea fabricației de turboagregate cu abur în Republica Socialistă România, În „Construcția de mașini", 21, (1969), Nr. 10.

[2] *Cârdu, M.* : Turbina cu abur de 150 MW pentru termoficare urbană, În „Construcția de mașini", 30 (1978), Nr. 3.

[3] *Cârdu, M.* : De la 3 MW la 700 MW (Scurt istoric al fabricației turbinelor cu abur în România), In „Construcția de mașini", 35 (1983), Nr. 1.

[4] *Cârdu, M.* : Caracteristicile unor turbine cu abur reprezentative construite în România, In „Energetica", 32, (1984), Nr. 7.

CZ : 621.18

Priorități în concepția și construcția de cazane

Ing. Romeo VÂRGOLICI — I.C.S.I.T.E.E. — București

Asemeni celorlalte domenii ale economiei naționale, construcția de cazane s-a dezvoltat și s-a modernizat impetuos în ultimii 20 de ani, atingînd nivelul care asigură satisfacerea, în întregime, a nevoilor economiei naționale cu o gamă diversificată de cazane de abur industriale și energetice, de cazane de apă caldă și apă fierbinte, pentru funcționare pe combustibili solizi, lichizi, gazoși și pentru alte resurse energetice existente în țară.

Este cunoscut faptul că, pînă în anul 1965, industria românească de cazane, se limita la fabricarea unui număr restrîns de tipodimensiuni de cazane de abur industriale și la două tipodimensiuni de cazane de abur energetice, cu parametri reduși, din care cauză, dezvoltarea producției de energie electrică, necesară economiei socialiste în plin avînt, s-a făcut mult timp prin achiziționarea de grupuri energetice din import.

La Congresul al XIII-lea al P.C.R., din inițiativa tovarășului Nicolae Ceaușescu, Secretarul General al P.C.R., s-a stabilit ca, pînă în anul 1990, să se realizeze independența energetică a României, sarcină de maximă importanță și răspundere pentru toți oamenii muncii care lucrează în domeniul concepției, uzinării, montării și exploatării utilajelor și echipamentelor energetice.

Una din cele mai importante sarcini trasate a fost aceea de a asigura economiei naționale o gamă completă de cazane, pentru funcționarea pe combustibili solizi inferiori, pentru a valorifica importantele rezerve indigene de lignit și șisturi bituminoase.

Mobilizînd exemplar forțele de cercetare și proiectare, în ultimii 8—10 ani, s-au elaborat proiecte pentru întreaga gamă de cazane de abur și apă fierbinte pentru dezvoltare și înlocuirea cazanelor care funcționau pe hidrocarburi, astfel că, în prezent, se dispune de proiecte și s-au asimilat cazane de abur pe combustibil solid (lignit, șisturi) cu debite de 2 ; 6,5 ; 10 ; 30 ; 50 ; 100 ; 120 ; 420 ; 510 ; 520 ; 525 și 1035 t/h, precum și pentru cazane de apă caldă cu debite calorice de 0,1÷1 Gcal/h, pentru încălziri centrale, și cazane de apă fierbinte de 1 ; 3 ; 5 ; 10 ; 50 și 100 Gcal/h, pentru termoficare.

Se subliniază, în mod deosebit, realizarea cazanului de 520 t/h pe combustibil șisturi bituminoase, care reprezintă o premieră românească pe plan mondial, în ceea ce privește arderea în scopuri energetice a unui combustibil solid inferior cu putere calorifică deosebit de scăzută (sub 1000 kcal/kg) și cu un conținut de cenușă de 70÷75% (vezi fig. 1).

O altă sarcină, de mare importanță pentru economia națională, o reprezintă reducerea consumului de hidrocarburi în scopuri energetice.

În acest scop, s-a realizat, pentru fiecare tipodimensiune de cazan pe hidrocarburi, o replică de cazan pe lignit, echivalent ca parametri, astfel că, în prezent, pentru centralele termoelectrice noi, se construiesc numai cazane pe lignit, existînd astfel și posibilitatea înlocuirii treptate (în CTE existente) a cazanelor pe hidrocarburi.

Pentru economisirea hidrocarburilor, s-a acționat și pe linia reducerii consumului de păcură sau gaze, folosite cu scop tehnologic, la susținerea flăcării de lignit (la pornire și sarcini parțiale).

În acest sens, pe baza cercetărilor proprii, I.C.S.I.T.E.E. a adoptat tehnologii moderne de ardere a lignitului prin insuflare semidirectă sau prin folosirea concentratoarelor de praf de cărbune, care au condus la reducerea substanțială a consumului de hidrocarburi pentru susținerea arderii.

Pe linia modernizării cazanelor energetice (1035 t/h ; 420 t/h), s-au conceput și introdus, la partea inferioară a focarelor, grătare de postardere, care, pe lîngă îmbunătățirea stabilității flăcării, au și efecte favorabile privind reducerea consumului de hidrocarburi de susținere, iar prin reducerea „nearselor mecanic" contribuie și la creșterea randamentului cazanelor.

Prin adoptarea acestor soluții de modernizare, s-a reușit ca la o serie de cazane, cum ar fi 1035 t/h, 420 t/h, 100 Gcal/h pe combustibil lignit (vezi figurile 2, 3 și 4), să se elimine consumul de hidrocarburi pentru susținere, în domeniul de sarcini 60÷100%.

O altă sarcină prioritară, în construcția de cazane, o constituie creșterea eficienței cazanelor, prin ridicarea randamentelor, respectiv prin reducerea consumului specific de combustibil.

Comparativ cu randamentele cazanelor, similare realizate în țări avansate industrial, și avînd în vedere permanent caracteristicile

energetice nefavorabile ale lignitului românesc, se poate afirma că randamentele de 85÷87% (pentru cazanele energetice și de apă fierbinte de mare capacitate), de 80÷82% (pentru cazanele cu ardere în strat fluidizat), de 75% (pentru cazanele cu ardere pe grătare cu îm-

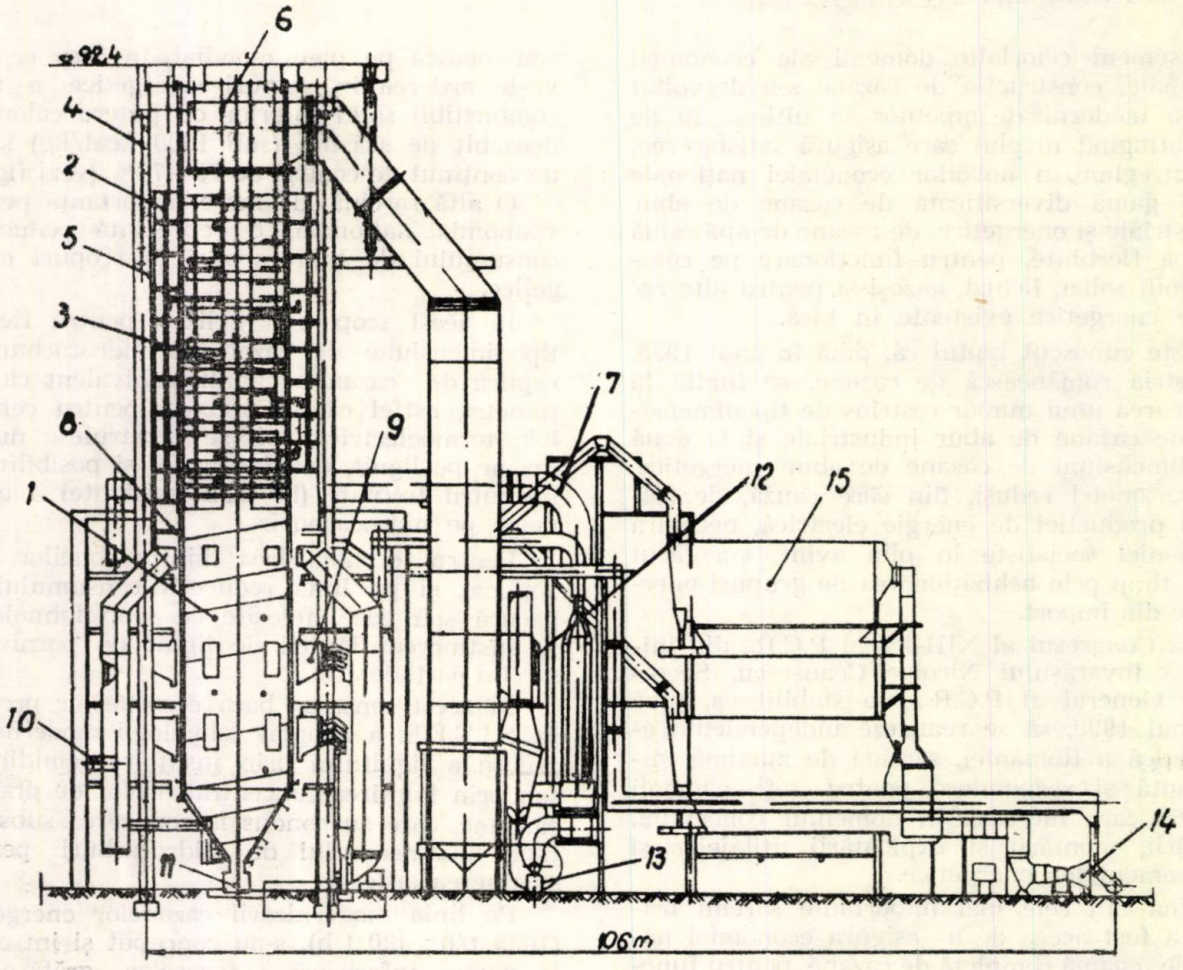


Fig. 1 Cazan de abur energetic, de 520 t/h, pe combustibil șisturi bituminoase
Parametrii nominali :

Q_n = 520 t/h ; P_n = 196 kgf/cm² ;
t_n = 540/540°C ; η = 86% ;
Subansamble principale :
1) vaporizator ; 2) economizor ; 3) supraîncălzitor ; 4) cadru metalic ; 5) scări și platforme ; 6) sistem de susținere ; 7) canale de aer și gaze ; 8) izolație și înzidire ; 9) instalație de ardere ; 10) instalație de alimentare ; 11) instalație evacuare zgură, cenușă ; 12) preîncălzitor de aer ; 13, 14) ventilatoare de aer și gaze ; 15) electrofiltru.

pingere răsturnată) și de 70÷72% (pentru cazanele cu grătar fix) reprezintă realizări notabile care reflectă eforturile depuse de cercetătorii, proiectanții și constructorii de cazane.

Pe linia economisirii combustibililor și energiei, o altă direcție prioritară, pentru construcția de cazane o reprezintă recuperarea resurselor—deșeu și valorificarea acestora, prin producerea de energie termică sau chiar producerea combinată de energie electrică și termică.

Și în acest domeniu s-au obținut realizări importante, prin concepția și execuția unor cazane speciale, pentru arderea gazului de furnal și a gazului de cocs (vezi figura 5), a negrului de fum, a leșiilor negre (bisulfitice), a celoligninei etc.

O sursă de energie, cu rezerve de valorificare, o constituie recuperarea căldurii reziduale conținute în gazele de ardere evacuate în desfășurarea numeroaselor procese tehnologice.

Pe linia valorificării acestei resurse, s-au realizat numeroase cazane pentru recuperarea căldurii gazelor de ardere de la cuptoarele de forjă și tratament termic, de la arderea piritei, de la arderea sulfului din industria celulozei, gaze rezultate din instalațiile de metanol, de la prepararea amoniacului, gaze de la cuptoarele cu propulsie, cuptoarele cu vatră pășitoare din industria siderurgică sau de la cuptoarele Siemens-Martin.

Un loc aparte îl ocupă recuperarea căldurii din gazele rezultate de la cuptoarele de topire în suspensie, din industria cuprului, care prezintă dificultăți tehnice deosebite, ca urmare a suspensiilor în stare topită, care aderă pe suprafețele de schimb de căldură.

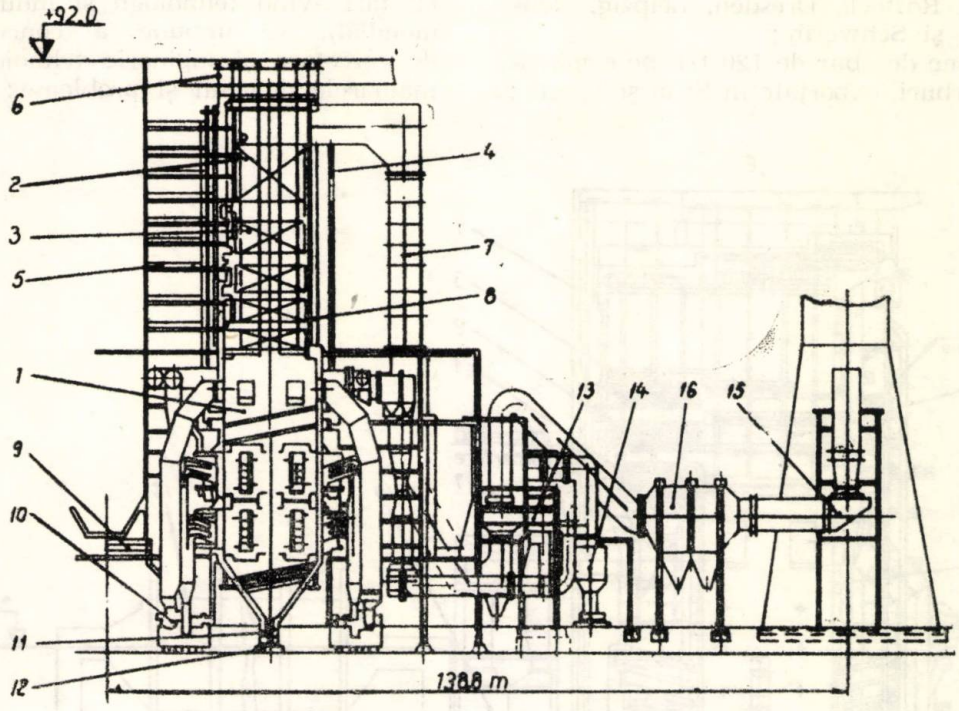


Fig. 2 Cazan de abur energetic de 1035 t/h pe combustibil lignit.
Parametrii nominali :
Q_n = 1035 t/h ; P_n = 196 kgf/cm² ;
t_n = 540/540°C ; η = 86% ;
Subansamble principale :
1) vaporizator ; 2) economizor ; 3) supraîncălzitor ; 4) cadru metalii ; 5) scări și platforme ; 6) sistem de susținere ; 7) canale de aer și gaze ; 8) izolație și înzidire ; 9) instalație de alimentare ; 10) instalație de ardere ; 11) grătar de postardere ; 12) instalație evacuare zgură și cenușă ; 13) preîncălzitor de aer ; 14, 15) ventilatoare de aer și gaze ; 16) electrofiltru.

O preocupare deosebită a activității de cercetare și inginerie tehnologică a constituit-o reducerea importurilor de completare, necesare dotării utilajelor și echipamentelor energetice.

Pe această linie, ca urmare a unei activități susținute de cercetare, proiectare și asimilare, pornind de la un grad de integrare de 89% în anul 1970, s-a ajuns la un grad de integrare practic de 100%, industria de cazane situîndu-se, din acest punct de vedere, pe un loc de frunte.

De asemenea, s-au realizat importante economii de valută și prin proiectarea și asimilarea unor cazane de abur integrate în linii tehnologice din diferite ramuri industriale, cum ar fi petrochimia, siderurgia, metalurgia neferoasă, industria extractivă și de rafinare.

Astfel, s-a realizat cazanul recuperator pentru convertizoarele de la oțelării, tip L.D., cu o capacitate de 260t/h, economisindu-se 1,5 milioane dolari pentru fiecare cazan din cele 12 bucăți executate pînă în prezent.

Activitatea de promovare a exportului de utilaje și echipamente termoenergetice a stat totdeauna pe prim plan. În acest sens, I.C.S.I.E.E. a elaborat, operativ și cu prioritate, oferte și documentații tehnico-economice pentru cazane de abur și apă fierbinte, la solicitarea firmelor exportatoare românești.

În acest domeniu, este cazul să exemplificăm aportul I.C.S.I.T.E.E. prin realizarea următoarelor exporturi de cazane și electrofiltre :

— peste 200 cazane de abur tip — ABA — de 4 t/h pe combustibil hidrocarburi, exportat în U.R.S.S. ;

— 12 cazane de abur de 50 t/h pe combustibil hidrocarburi, exportate în : R.A. Egipt, Siria, Iordania, Pakistan ;

— cazane de abur de 64 t/h pe combustibil hidrocarburi, exportate în R.D.G. ;

— peste 25 de cazane de apă fierbinte de 50 și 100 Gcal/h pe combustibil hidrocarburi, exportate în R.D.G., pentru termoficarea principalelor orașe din R.D.G. : Berlin, Karl Marx Stadt, Halle, Rostock, Dresden, Leipzig, Neubrandenburg și Schwerin ;

— 7 cazane de abur de 120 t/h pe combustibil hidrocarburi, exportate în Siria și Turcia ;

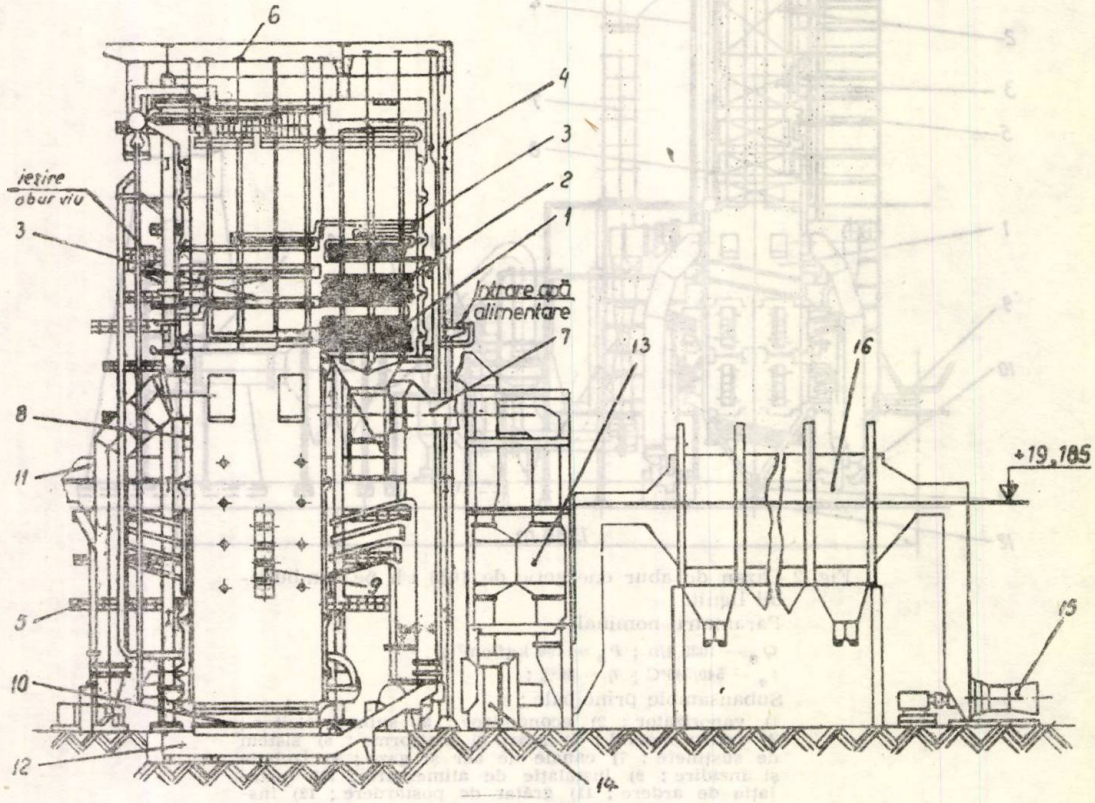


Fig. 3 Cazan de abur energetic de 420 t/h pe combustibil lignit.
Parametrii nominali :

$Q_n = 420$ t/h ; $P_n = 140$ kgf/cm² ;
$t_n = 540°C$; $\eta = 84\%$;
Subansamble principale :
1) vaporizator ; 2) economizor ; 3) supraîncălzitor ; 4) cadru metalic ; 5) scări și platforme ; 6) sistem de susținere și dilatare ; 7) conducte de aer și gaze ; 8) izolație și înzidire ; 9) instalație de ardere lignit ; instalație de ardere păcură ; 10) grătar de postardere ; 11) instalație de alimentare cu cărbune conducte și armături pentru păcură ; 12) instalație de evacuare zgură și cenușă ; 13) preîncălzitor de aer ; 14, 15) ventilatoare de aer și gaze de ardere ; 16) instalație de desprăfuire electrică.

— mori de cărbune de 95 t/h, exportate în R.S.F. Iugoslavia (CTE — Obrenovac) pentru cazane de 1035 t/h ;

— o gamă largă de electrofiltre, moderne și de mare capacitate, s-au exportat pentru obiectivele industriale din numeroasele țări ale lumii, cum ar fi : R.D.G., R.S.F. Iugoslavia, Siria, Liban, Iordania, Pakistan, Filipine, R.P. Chineză, R.P.D. Coreeană etc.

Concluzii și perspective

Pentru creșterea nivelului tehnic și calitativ în concepția și construcția de cazane, în vederea îmbunătățirii fiabilității cazanelor de abur energetice din marile centrale termoelectrice din țară (cărora li se oferă lignit cu indici de calitate în continuă scădere), precum și pentru creșterea posibilităților de ofertare la export (în actualele condiții de concurență cu țări avînd tehnologii și industrii la nivel mondial), se impune a concentra forțele de cercetare și inginerie tehnologică, pe următoarele domenii și probleme :

1) **continuarea și dezvoltarea acțiunii de modernizare** a cazanelor pe combustibil lignit și șisturi bituminoase, prin aplicarea și extinderea de noi soluții fiabile și eficiente, cum ar fi :

— introducerea grătarelor de postardere ;

— dotarea cu instalații de ardere cu insuflare semidirectă a prafului de cărbune sau cu concentratoare de praf de cărbune ;

— înlocuirea morilor ventilator cu ciocane, cu mori ventilator ;

— introducerea brîurilor refractare în focare pentru creșterea stabilității flăcării ;

— aplicarea unor sisteme eficiente de protecție pentru prevenirea fenomenelor de eroziune în zona economizoarelor ;

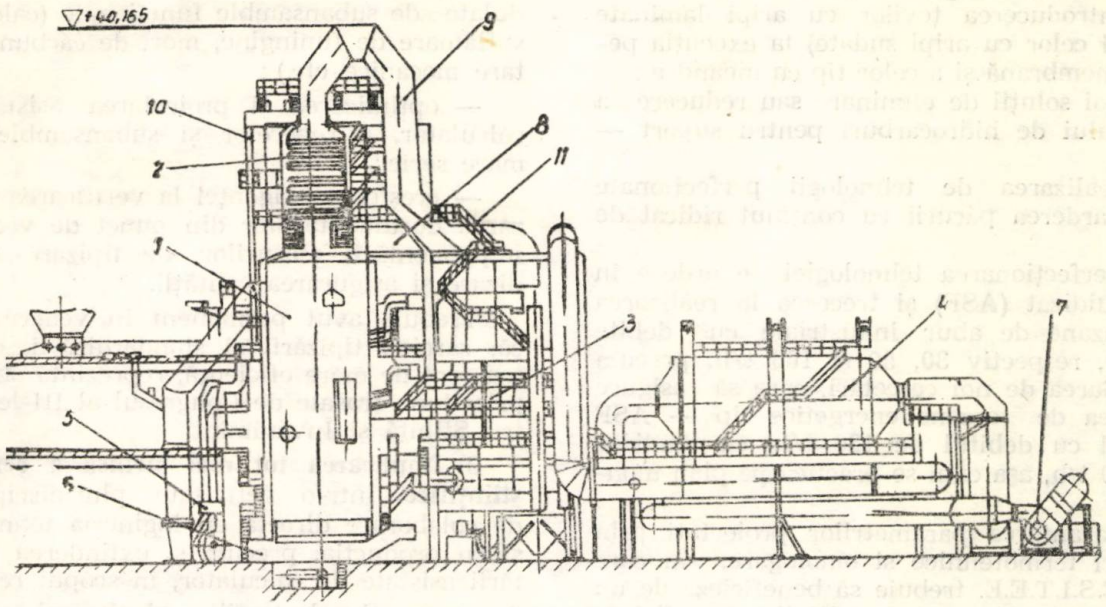


Fig. 4 Cazan de apă fierbinte de 100 Gcal/h pe combustibil lignit.

Parametrii nominali :

$Q_n = 100$ Gcal/h ; $P_n = 20$ kgf/cm² ;
$t_n = 150/70°C$; $\eta = 82\%$;

Subansamble principale :

1) ecrane focar ; 2) sistem convectiv ; 3) preîncălzitor ; 4) instalație de desprăfuire electrică ; 5) instalație de ardere ; 6) instalație de evacuare zgură și cenușă ; 7) ventilatoare gaze și aer ; 8) conducte de aer ; 9) conducte de gaze ; 10) cadru metalic ; 11) scări platforme.

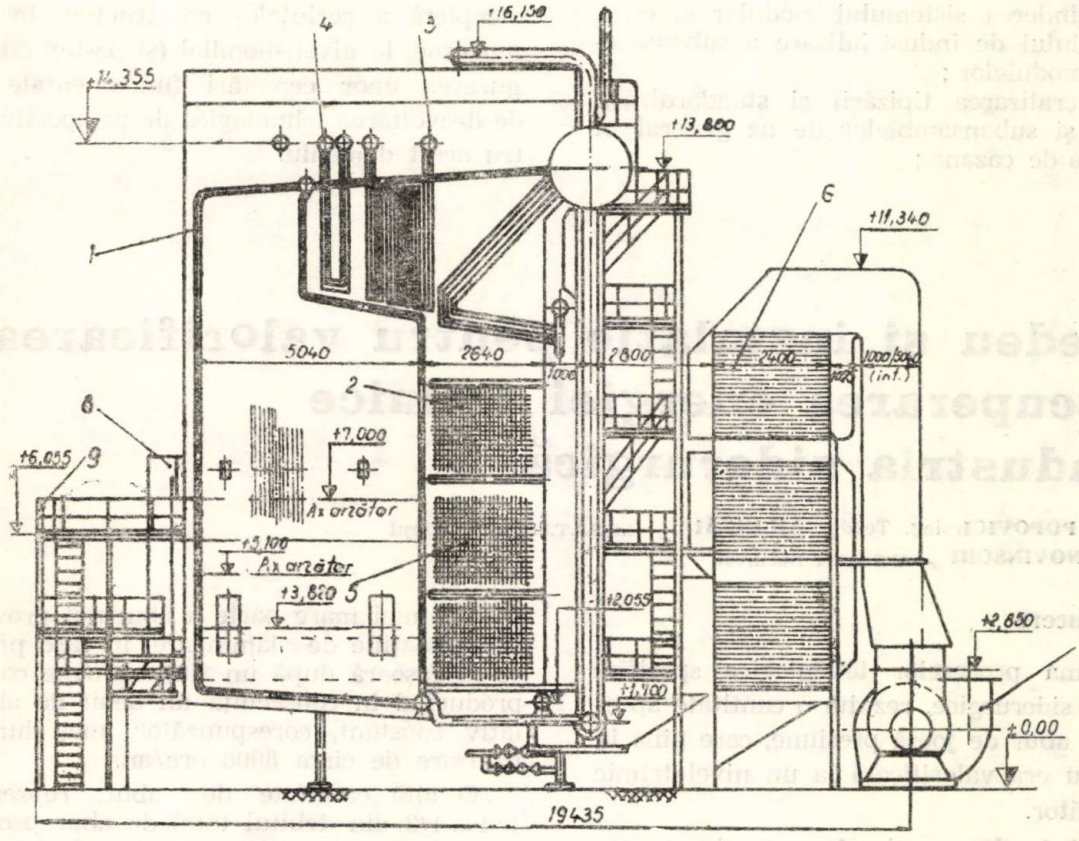


Fig. 5 Cazan de abur 50 t/h pe combustibil gaz furnal și gaz de cocserie.

Parametrii nominali :

$Q_n = 50$ t/h ; $P_n = 40$ kgf/cm² ;
$t_n = 450°C$; $\eta = 88\%$.

Subansamble principale :

1) sistem fierbător ; 2) supraîncălzitor 1 ; 3) supraîncălzitor 2 ; 4) supraîncălzitor 3 ; 5) economizor ; 6) preîncălzitor ; 7) ventilator de gaze ; 8) instalație de ardere ; 9) scări și platforme.

— recircularea gazelor de ardere ;
— introducerea țevilor cu aripi laminate (în locul celor cu aripi sudate) la execuția pereților membrană și a celor tip cu meandre :
— noi soluții de eliminare sau reducere a consumului de hidrocarburi pentru suport — flacără ;
— realizarea de tehnologii perfecționate pentru arderea păcurii cu conținut ridicat de sulf ;
— perfecționarea tehnologiei de ardere în strat fluidizat (ASF) și trecerea la realizarea unor cazane de abur industriale cu debite crescute, respectiv 30, 50 și 100 t/h, precum și abordarea de noi cercetări, care să asigure realizarea de cazane energetice tip — ASF începînd cu debitul de 120 t/h, cu tendințe spre 420 t/h, așa cum se practică pe plan mondial ;
— garantarea parametrilor proiectați prin măsurări termotehnice și omologare, în care scop I.C.S.I.T.E.E. trebuie să beneficieze de un ajutor sporit din partea unităților beneficiare a cazanelor ce fac obiectul măsurării.

2) **Adîncirea și implementarea soluțiilor și măsurilor de tipizare și standardizare :**
— creșterea gradului de tipizare și refolosire la valori de peste 50% pentru fiecare tipodimensiune de cazan ;
— extinderea sistemului modular și creșterea gradului de industrializare a subansamblelor și modulelor ;
— generalizarea tipizării și standardizării reperelor și subansamblelor de uz general în construcția de cazane ;
— crearea de familii de cazane și serii modulate de subansamble funcționale (calorifere, suflătoare de funingine, mori de cărbune, grătare mecanice etc.) ;
— optimizarea și proiectarea asistată de calculator, a reperelor și subansamblelor de mare serie ;
— creșterea exigenței la verificarea și avizarea documentațiilor din punct de vedere al implementării măsurilor de tipizare-standardizare și asigurarea calității.

Trebuie avut permanent în vedere faptul că, sarcina tipizării și standardizării, ca instrument de mare eficiență, reprezintă obiective prioritare, trasate de Congresul al III-lea Pentru Știință și Învățămînt.

3) **Implicarea tot mai strînsă a cercetării științifice,** într-o activitate pluridisciplinară, de colaborare directă cu ingineria tehnologică și cu producția, precum și extinderea proiectării asistate de calculator, în scopul realizării de cazane și electrofiltre și alte echipamente termoenergetice, moderne, fiabile și competitive.

În acest scop, trebuie avută în vedere dezvoltarea permanentă a dotării în pas cu tehnica de vîrf, pentru a se asigura o rezolvare completă a cerințelor construcției de cazane moderne, la nivel mondial (și peste), cît și asigurarea unor cercetări fundamentale legate de dezvoltarea tehnologică de perspectivă, pentru acest domeniu.

CZ : 662.99

Procedeu și instalație pentru valorificarea și recuperarea energiei termice în industria siderurgică

Ing. Teofil **POPOVICI**, ing. Teodor **AILINCĂI** — I.C.S.I.T,E,E. — București
Ing. Victor **NOVINSCHI** — IPROMET București

Introducere

În urma proceselor tehnologice specifice industriei siderurgice, rezultă o cantitate apreciabilă de abur de joasă presiune, care pînă în prezent nu era valorificată la un nivel tehnic corespunzător.

Debitul de abur produs în cazanele recuperatoare provine, în principal, din două surse diferite, atît ca nivel de parametri, cît și ca domeniu de continuitate.

Cea mai mare parte a aburului provine de la instalațiile de laminoare, în care procesele se desfășoară după un flux aproape continuu, producînd în consecință un debit de abur relativ constant, corespunzător unei durate de utilizare de circa 8000 ore/an.

O altă cantitate de abur, reprezentînd 1/4 ... 1/3 din debitul total de abur produs de cazanele recuperatoare, provine de la convertizoare ale căror procese tehnologice se desfășoară după un ciclu pulsator, iar fazele de desfășurare cuprind : încărcarea convertizoru-

lui, reîncălzirea metalului topit, decarburarea descărcarea convertizorului, după care ciclul se reia.

În urma desfășurării acestor procese tehnologice, în care decarburarea se realizează cu ajutorul oxigenului lichid, se degajă o mare cantitate de căldură, într-un interval scurt

— consumatorii tehnologici de abur industrial ai combinatului ;
— CET industrială, concepută și pentru funcționarea insularizată, în cazul deconectării pe partea electrică a combinatului de la sistemul energetic național ;

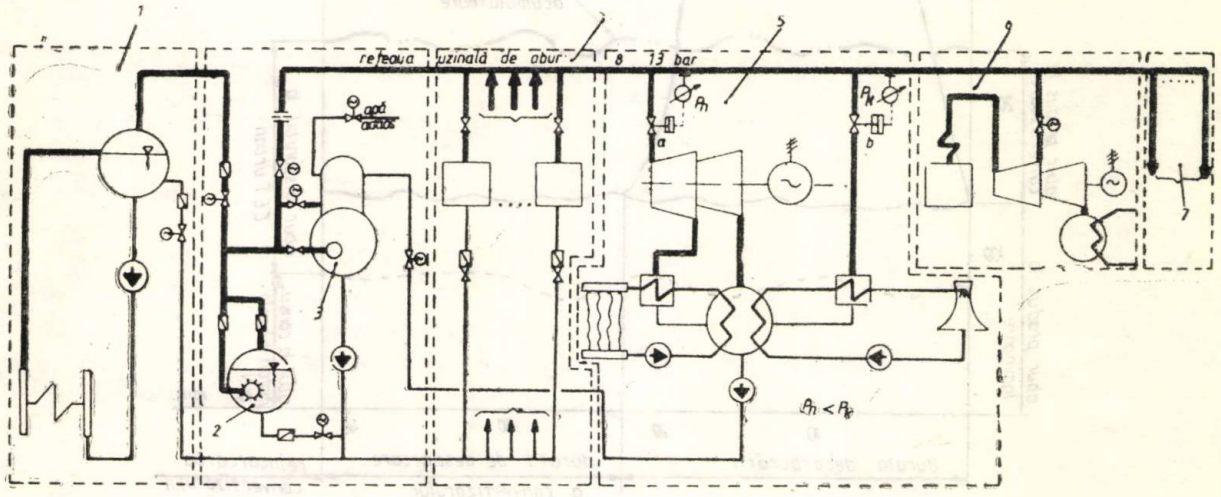


Fig. 1 Schema monofilară de încadrare a CET urbană în concepția generală a combinatului siderurgic.
1 — cazan recuperator de la convertizoare ;
2 — acumulator de abur ;
3 — degazor și rezervor apă alimentare ;
4 — cazane recuperatoare de la laminoare ;
5 — CET urbană ;
6 — CET industrială ;
7 — consumatorii tehnologici ai combinatului.

de timp, ceea ce conduce la o creștere apreciabilă a debitului de abur al cazanului recuperator asociat convetizorului respectiv.

Situația existentă pe platformă

Pentru combinatul siderugic analizat, s-a pornit de la situația concretă existentă pe platformă, urmărindu-se ca — fără modificări ale proceselor tehnologice și fără investiții suplimentare în cazanele recuperatoare să se realizeze o schemă energetică de valorificare superioară a aburului de joasă presiune, rezultat ca produs secundar de la instalațiile de laminoare și convertizoare.

Valorificarea superioară a aburului secundar, în concepția propusă, înseamnă producere combinată de energie electrică și căldură, precum și recuperarea condensului în orice regim de funcționare.

Pentru realizarea acestui deziderat a fost realizată o schemă energetică adecvată (fig. 1).

Schema cuprinde următoarele elemente distincte :

— instalația de producere și „redresare" a debitului de abur rezultat din recuperarea căldurii de la convertizoare ;
— instalația de producere a aburului prin recuperarea căldurii de la laminoare ;
— CET urbană, care asigură, în principal, funcția de reglare a presiunii în rețeaua de abur uzinală, producînd combinat energie electrică și căldură.

În figura 2, se prezintă variația în timp a debitului de abur produs în instalațiile de recuperare a căldurii de la laminoare și convertizoare.

Pentru analiză, s-a considerat debitul de abur produs în instalațiile de laminoare constant, peste această valoare suprapunîndu-se debitul de abur produs în instalațiile de convertizoare.

Cele mai mari probleme le ridică „vîrfurile de debit", ce se produc în timpul procesului de decarburare și care rezultă din arderea CO în cazanul recuperator asociat convertizorului.

Pentru redresarea acestor „vîrfuri", a apărut necesară instalarea unor acumulatoare de abur, care vor prelua aburul în exces rezultat în timpul procesului de decarburare și îl vor restitui rețelei uzinale, în perioada de gol.

În calculele de dimensionare a rețelei uzinale de abur tehnologic, s-a avut în vedere și efectul de „redresare" al conductelor lungi, urmărindu-se prin aceasta amplasarea cazanelor de la instalația de convertizoare, la extremitatea rețelei, precum și cooperarea cu

prizele unor turbine instalate în CET industrială, aceasta din urmă în vederea asigurării debitului minim care menține turbina în funcțiune, chiar și la avarierea sau oprirea unor cazane recuperatoare.

Pe baza calculelor tehnico-economice efectuate, a rezultat ca optimă cea de a treia variantă, care prezintă avantajul principal că nu necesită investiții suplimentare, pentru cazane și spațiile de amplasare a acestora, și

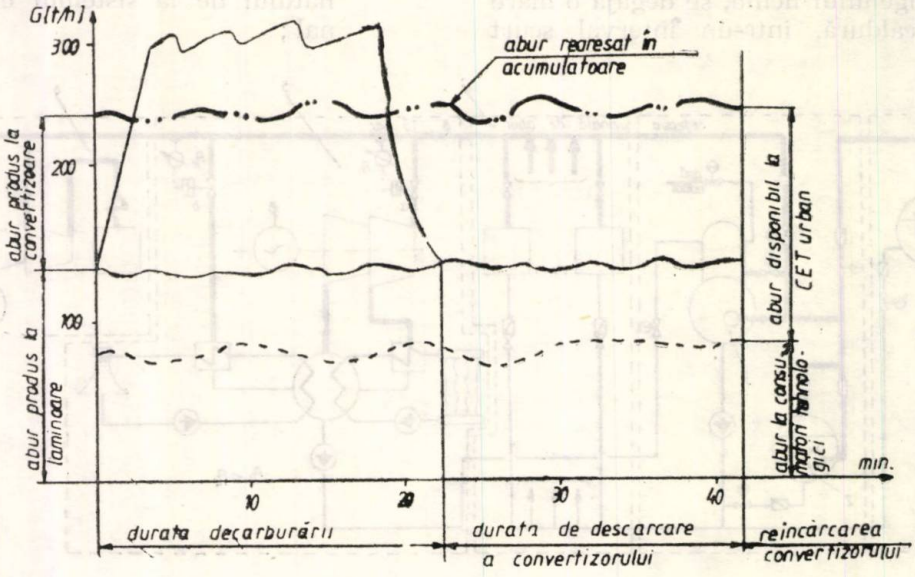


Fig. 2 Grafic de producere și consum a aburului tehnologic din cadrul combinatului siderurgic.

În aceste condiții, apare ca necesară amplasarea CET urbană în centrul de greutate al producerii aburului în instalațiile de la laminoare și deci sînt impuse distanțele maxime admisibile, determinate de conductele de legătură dintre diversele prize de abur, ca urmare a căderilor de presiune admise pe conductele lungi. Aceasta aduce avantajul utilizării raționale a debitului de abur redresat prin acumulatoarele de abur și prin însumarea surselor.

Alegerea soluției optime privind valorificarea superioară a aburului recuperat

Schema propusă în figura 1 restrînge domeniul de variație a debitului de abur de la 100 ... 340 t/h, la intervalul 150 ... 200 t/h, iar a presiunii de la 16 ...52 bar la intervalul 8 ... 13 bar.

Aburul produs în cazanele recuperatoare este saturat umed.

Pentru utilizarea acestuia în turbine s-au analizat comparativ trei variante :

a) utilizarea unor supraîncălzitoare, arzîndu-se combustibili superiori (hidrocarburi) ;

b) amestec de abur saturat și abur supraîncălzit ;

c) utilizarea directă a aburului saturat în turbină, realizîndu-se un ciclu asemănător cu cel al centralelor nuclearo-electrice.

nici costuri suplimentare cu combustibilul superior.

Descrierea instalației și a regimurilor de funcționare pentru CET urbană

În schema de legătură a cazanelor recuperatoare, propusă în figura 1, deși se restrînge intervalul de variație a debitului de abur și a parametrilor la intrare în mașină, nu se obține un debit constant (practic nici nu este posibil), ca urmare a existenței unui mare număr de surse generatoare de abur ce funcționează în condiții și regimuri diferite. De aceea, a apărut necesar ca excesul de abur, ce nu poate fi admis în turbină, să fie recuperat într-un condensator tehnologic sau boiler recuperator, aceasta pentru a elimina sau diminua cheltuielile cu producerea apei demineralizate.

Existența acestui aparat de schimb de căldură este impusă și din următoarele considerente :

— descărcarea aburului la declanșarea grupului ;

— permite funcționarea instalației în regim de termoficare și în cazul în care turbina este oprită ;

— asigură răcirea condensului pînă la o temperatură acceptată de masele schimbătoare de ioni din cadrul stației de tratare a condensului.

Se precizează că indiferent de regimul de funcționare al instalației, s-a avut în vedere tratarea totală a condensului, soluție impusă de tipul constructiv al cazanelor recuperatoare.

Turbina cu abur saturat are o putere unitară maximă de 25 MW și este de tipul cu acțiune. Pentru a proteja mașina împotriva aburului umed, s-au prevăzut pe conductele de abur de admisie două tipuri de separatoare de picături :

— preseparatoare (separatoare ciclon), care au rolul de a elimina picăturile mari de apă ce se formează pe conductele lungi ;

— separatoare amonte, care reține picăturile mici de apă din abur, asigurînd un titlu al aburului (la intrare în mașină) de circa 99%.

Din separatoarele amonte, aburul intră în ventilele combinate de închidere și reglare și apoi în turbină (în corpul de medie presiune), în care se destinde pînă la o presiune de 0,7 — 2,5 bar.

Aburul este trecut apoi prin separatoarele intermediare, după care se destinde, în continuare, în corpul de joasă presiune. La intrare în corpul de joasă presiune al turbinei, s-a prevăzut o diafragmă rotativă, cu rol de reglare, pentru a permite turbinei să-și adapteze funcționarea la necesitățile rețelei de termoficare.

Condensatorul turbinei este prevăzut cu fascicul înglobat pentru a realiza, în anumite cazuri, trecerea turbinei în regim de vid înrăutățit. În acest caz, fasciculul înglobat reprezintă prima treaptă de încălzire a apei din rețeaua de termoficare.

Boilerul de bază asigură încălzirea apei de termoficare într-un interval de circa 30°C, fiind alimentat — atunci cînd turbina se află în funcțiune — cu abur provenit din priza reglabilă, dispusă în amonte de diafragma rotativă de reglaj.

Regimul de condensație este reprezentativ pentru perioada de vară, cînd termoficarea urbană este scoasă din funcțiune. Producția de energie electrică este maximă, diafragma de reglaj este complet deschisă, iar condensatorul și fasciculul înglobat sînt răcite cu apă de turn (schema de principiu în fig. 3).

Regimul de condensație și priză reglabilă este caracteristic perioadei de tranziție. Fasciculul înglobat este scos din funcțiune, rolul de încălzire a apei de termoficare revine exclusiv boilerului de bază. Diafragma de reglaj este comandată de temperatura de ieșire a apei de termoficare din boilerul de bază (schema de principiu în fig. 4).

Regimul de contrapresiune, specific perioadei de vîrf termic, utilizează la maximum disponibilul de căldură prin trecerea condensatorului în regim de vid înrăutățit. În acest regim, fasciculul înglobat în condensator este utilizat ca primă treaptă de încălzire ; boilerul de bază este utilizat ca a doua treaptă de încălzire și este alimentat cu abur din priza

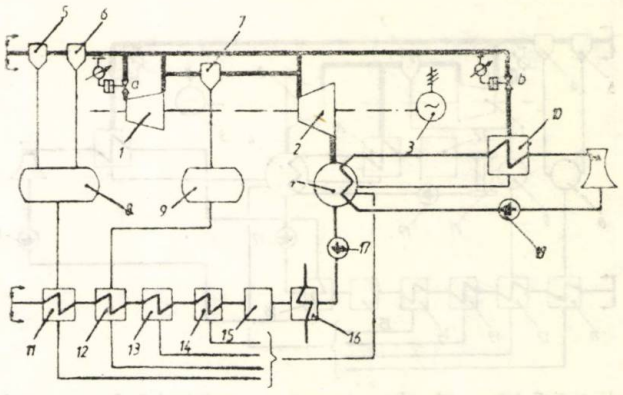


Fig. 3 Schema de funcționare a instalației în regimul de condensație.

1 — corpul de medie presiune al turbinei ;
2 — corpul de joasă presiune al turbinei ;
3 — turbogenerator ;
4 — condensator cu fascicul înglobat ;
5 — preseparator ;
6 — separator amonte ;
7 — separator intermediar ;
8 — rezervor condens înaltă presiune ;
9 — rezervor condens joasă presiune ;
10 — boiler recuperator ;
11 — preîncălzitor apă — apă înaltă presiune ;
12 — preîncălzitor apă — apă joasă presiune ;
13 — recuperator abur labirinți ;
14 — instalație menținere vid ;
15 — stație tratare condens ;
16 — răcitor de condens ;
17 — pompă de condens ;
18 — pompă apă răcire.

„L" a turbinei. Diafragma de reglaj este comandată de contrapresiunea turbinei, urmărindu-se să nu se depășească o valoare limită de 0,9 bar. Apa din rețeaua de termoficare este încălzită în CET urbană pînă la 110...115°C,

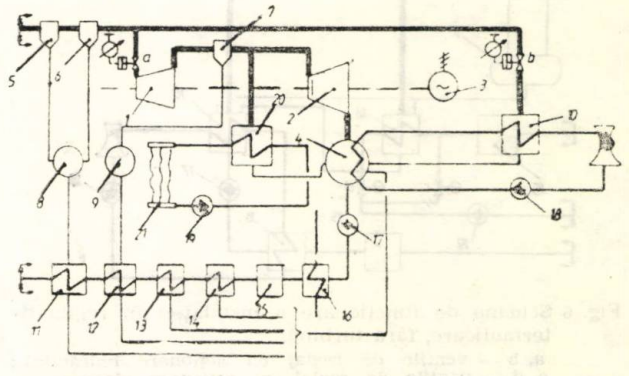


Fig. 4 Schema de funcționare a instalației în regimul de condensație și priză reglabilă.

19 — pompă apă termoficare ;
20 — boiler bază ;
21 — calorifer.

diferența de temperatură, pînă la valoarea cerută de diagrama de reglaj, fiind asigurată de cazanele de apă fierbinte (fig. 5).

Regimul de funcționare în termoficare este posibil să apară în timpul perioadei de încălzire, cînd turbina este scoasă din funcțiune. Aburul de 8 ... 13 bar este introdus în boilerul de bază, dimensionat să livreze circa 70 Gcal/h, „înghițînd" 140 ... 150 t abur/h, iar

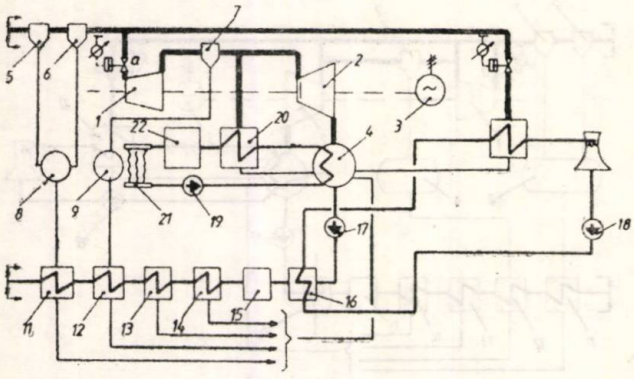


Fig. 5 Schema de funcționare a instalației în regimul de contrapresiune.
22 — cazan apă fierbinte.

eventualul surplus și condensul sînt descărcate în boilerul recuperator (condensator tehnologic).

În perioada de vîrf termic, boilerul de bază „înghite" întreaga cantitate de căldură, iar diferența este livrată prin cazane de apă fierbinte, montate ca ultimă treaptă de încălzire.

În perioadele de tranziție de la rece la cald, sau invers, reglajul temperaturii apei din rețeaua de termoficare se realizează prin recirculare (reglaj cantitativ).

Schema de principiu este prezentată în figura 6.

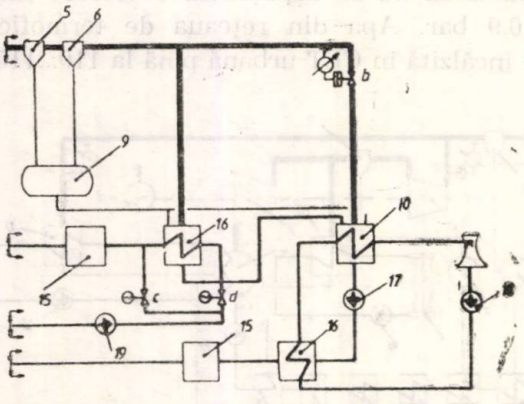


Fig. 6 Schema de funcționare a instalației în regim de termoficare, fără turbină.
a, b — ventile de reglaj cu acționare hidraulică ; c, d — ventile de reglaj cu acționare electrică.

Regimul de funcționare a instalației cu turbina oprită și termoficarea scoasă din funcțiune este prezentat în figura 7.

În acest caz, instalația are rolul de a regla presiunea în bara uzinală prin ventilele „b" și de a recupera condensul provenit din aburul în exces.

Realizarea practică a schemei termice pentru valorificarea superioară a resurselor secundare

La întocmirea schemei de ansamblu a instalației s-au urmărit următoarele obiective :
— menținerea presiunii din rețeaua uzinală de abur tehnologic în limitele 8 ... 13 bar ;
— producerea de energie electrică ;
— producerea de căldură ;
— recuperarea condensului.

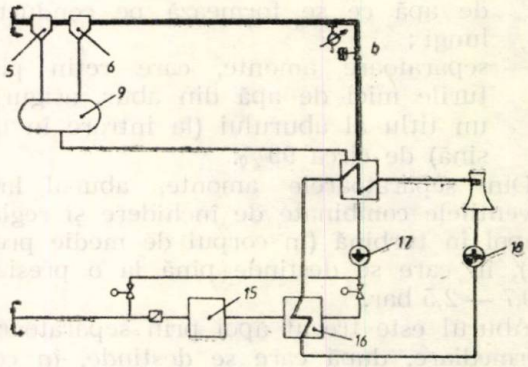


Fig. 7 Schema de funcționare a instalației în regim de recuperare a condensului.

În aceste condiții, instalația a fost concepută pentru producerea combinată de energie electrică și căldură, conferind turboagregatului o funcționare în două regimuri distincte :
— regimul de condensație, în perioada caldă ;
— regimul de termoficare, în perioada rece.

Regimurile de funcționare a instalației în diversele perioade ale anului sînt prezentate în figura 8.

Sistemul de comandă și reglaj al grupului

După cum urmează din figura 1, CET urbană are rolul de a asigura reglarea presiunii în bara de abur uzinală a combustibilului siderurgic analizat.

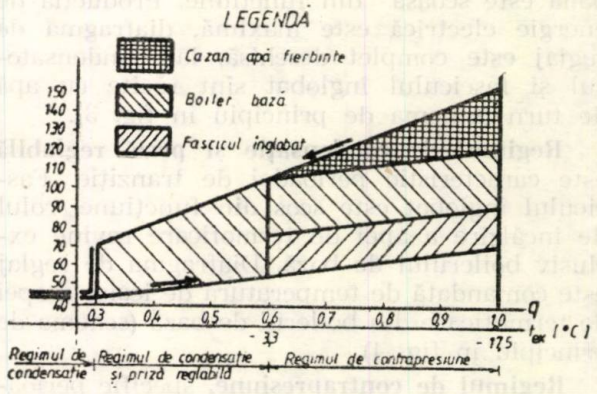


Fig. 8 Diagrama de reglaj a temperaturii apei din rețeaua de termoficare, în funcție de sarcina termică și temperatura exterioară de calcul.

La reglarea presiunii în bara uzinală, participă atît ventilele de reglare ale turbinei (a), cît și ventilele de reglare dispuse pe boilerul recuperator (b).

În intervalul de presiune 10 ...13 bar, ventilele de reglare ale turbinei (a) sînt complet deschise.

La creșterea presiunii peste 13 bar, se deschid ventilele de la boilerul recuperator (b), care sînt tratate din punct de vedere al reglajului ca ventile suplimentare ale turbinei și deci acționate de același REH (regulator electrohidraulic). La 16 bar, ventilele de reglare (b) sînt complet deschise ; la creșterea presiunii peste această valoare intervin supapele de siguranță, montate pe conductele de abur ale rețelei uzinale.

Cînd presiunea scade sub 10 bar, încep să lamineze ventilele turbinei (a), care la circa 8 bar sînt complet închise. Înainte de atingerea valorii limită, REH trimite un impuls la CET industrială, pentru a asigura necesarul minim de abur în vederea alimentării consumatorilor tehnologici ai combinatului. Întrucît sarcina principală a grupului este de a regla presiunea în bara de abur uzinală (reglajul amonte), sarcina de a menține și regla frecvența grupului revine sistemului energetic ; REH-ul intervine numai la atingerea valorilor limită, avînd rolul de protecție.

Posibilitatea funcționării turboagregatului în regim de compensator sincron

Turboagregatul de 25 MW analizat funcționează o lungă perioadă de timp la sarcini reduse, producînd o putere electrică funcție de debitul de abur disponibil în rețeaua uzinală. În timpul funcționării la sarcini reduse, turboagregatul participă la producerea puterii reactive, care de obicei este deficitară în combinatele siderurgice. La limită, turboagregatul poate fi trecut în regim de compensator sincron, în care caz, se vor menține în funcțiune : sistemul de alimentare al labirinților, instalația de menținere a vidului, sistemul de apă de răcire și sistemul de condensat principal (parțial).

Performanțele turboagregatului și eficiența instalației

Soluția propusă pentru combinatul siderurgic analizat a condus la instalarea într-o primă etapă a unui turboagregat de 25 MW, lăsînd deschisă posibilitatea montării unui al doilea grup într-o etapă ulterioară.

În concepția echipamentelor și instalațiilor s-au urmărit soluții sigure, care să utilizeze componente de la alte grupuri verificate în exploatare. De exemplu, partea finală a turbinei este reutilizată integral de la grupuri aflate în exploatare de peste 15 ani.

Principalele performanțe ale grupului sînt :

		nominal	maxim
— debitul de abur	[t/h]	155	190
— parametrii aburului la intrare		10,5	13
în turbină	[bar/titlu]	0,99	0,99
— presiunea de separație între corpuri	[bar]	2,0	2,5
În regim de condensație			
— puterea electrică	[MW]	20	25
— temperatura apei de răcire	[°C]	26	26
În regim de termoficare			
— căldura disponibilă	[Gcal/h]	70	90

În baza performanțelor grupului, se apreciază că economia anuală este de 50.000...55.000 tcc/an și grup, conducînd la acoperirea unei cote importante din necesarul de energie electrică a combinatului siderurgic, precum și asigurarea cu căldură a unui mare număr de apartamente. În aceste condiții, durata de amortizare a investițiilor va fi relativ scurtă, respectiv de 5 ... 6 ani.

CZ : 621.3.078

Atingerea unor înalte nivele de competivitate în realizarea subansamblurilor instalației de reglare electrohidraulică

Ing. Marin **MIHAILESCU**, ing. Victor **RĂILEANU** — I.C.S.I.T.E.E. — București

Majoritatea turboagregatelor fabricate în țară sînt echipate cu un sistem de reglare modern, utilizînd circuite electronice pentru convertirea mărimilor fizice în semnale electrice, prelucrarea acestora, amplificarea și convertirea din nou în mărime fizică, utilizabilă pentru acționarea ventilelor de reglare a debitului de abur.

Mărimea de reglare principală, (viteza de rotație) este convertită în semnal electric, prin intermediul unor traductoare generatoare de tensiune alternativă-generatoare pilot cu magnet permanent (PMG), sau traductoare generatoare de impulsuri (TGI), care livrează impulsuri de tensiune constantă și de frecvență proporțională cu viteza.

În primul caz, **generatorul pilot,** în afara funcției de traductor, este și sursă de alimentare a regulatorului cu energie electrică autonomă.

Traductorul generator de impulsuri cuprinde un cap detector magnetoelectric, înseriat cu un amplificator electronic de prelucrare, care transformă semnalul aproximativ sinusoidal, variabil cu frecvența și amplitudinea, în impulsuri cu amplitudinea constantă de 5 V și frecvența conformă.

Ansamblul este mulat în rășină epoxidică, care permite funcționarea îndelungată în condiții grele, de mediu-vapori de ulei și apă cu temperatura de pînă la 85°C (figura 1).

Poziția axială a rotorului turbinei este controlată de un **traductor de deplasare.** Acesta utilizează principiul pierderilor de energie e-

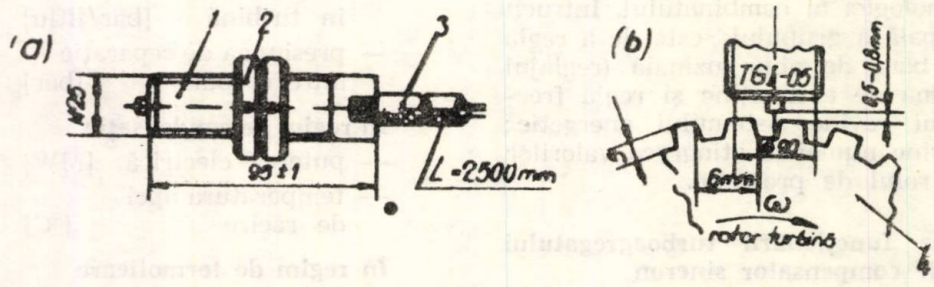


Fig. 1 Traductor activ cu ieșire TTL — aspect general și detaliu constructiv — în care :
1) cap detector ; 2) piulițe de blocare ; 3) cablu de conexiune, ecranat ; 4) roată dințată, rigidizată pe rotorul turbinei.

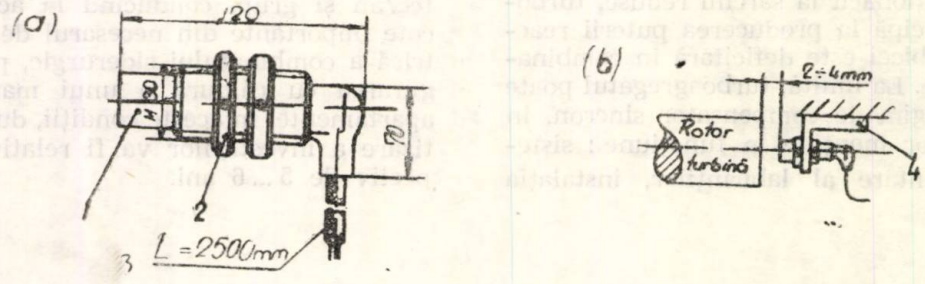


Fig. 2 Traductor de depasare a) — aspect general; b) — detaliu de montaj — în care :
1) cap detector ; 2) piulițe de blocare ; 3) cablu de conexione, ecranat ; 4) suport de montaj.

lectromagnetică, variabile cu distanța de cuplaj. El este compus dintr-un element emițător-receptor, înseriat cu amplificatorul de tratare și cablul de conexiune. Întreg ansamblul este înglobat în rășină epoxidică, care permite funcționarea îndelungată în aceleași condiții. Semnalul este o tensiune continuă, care variază liniar cu distanța controlată (figura 2).

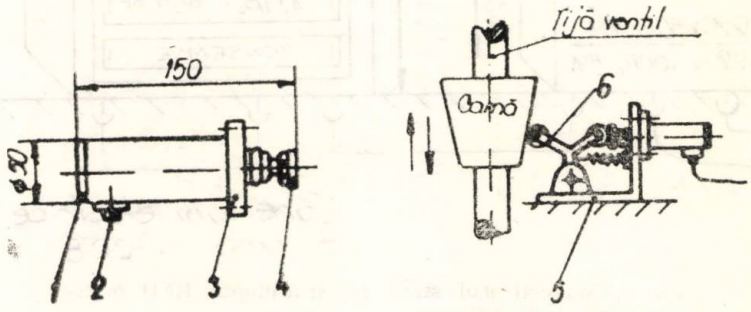
Poziția organelor de reglare (ventilele de admisie a aburului în turbină sau distribuția uleiului spre servomotor) este controlată de **traductorul de poziție,** de 20 mm cursă. Ansamblul conține bobinajul diferențial inductiv cu plonjor feromagnetic. Bobinele sînt introduse în corpul traductorului (cu funcție de ecran electromagnetic) și înglobate în rășină. Prin intermediul unui conector debroșabil, traductorul este conectat, printr-un cablu ecranat, la partea electronică de tratare.

Traductorul generează un semnal de tensiune continuă, proporțional cu deplasarea elementului controlat prin palpare directă. Sensibilitatea este dependentă de tensiunea de alimentare și se reglează la o valoare normată de 0,9 V/mm (figura 3).

Așa cum s-a arătat, toate semnalele traductoarelor sînt culese și apoi prelucrate de blocuri funcționale distincte, care formează un ansamblu special, întrunit într-un dulap metalic cu sertare debroșabile, denumit REH (fig. 4.).

De regulă, REH-ul se localizează în conturul neoperativ al camerelor de comandă.

Elementele funcționale de viteză (CV—TAHO), de debit, (AMPLI—ADMISIE), de limitare (AMPLI—PUTERE), de consemne (CONSEMNE) etc. sînt realizate cu componente electronice profesionale, pe bază de scheme proprii, parțial redondante, organizate modular, nestandardizat, cu debroșabilitate totală. Aceasta permite o bună accesibilitate la punctele de testare din blocurile funcționale ale sertarelor.



a) b)

Fig. 3 Traductor de poziție (de sudură) a) — aspect general și b) — detaliu de montaj — în care :
1) corp traductor ; 2) ambază de conexiune ; 3) capac de prindere ; 4) palpator ; 5) suport ; 6) dispozitiv de urmărire.

Traductoarele și etajele sistemului de reglare, care recepționează, prelucrează și elaborează ordinele de comandă, sînt alimentate cu energie electrică, din generatorul pilot cu magnet permanent (220 V/40 Hz), sau dintr-un **convertizor static de 220 V/50 Hz la 220 V/400 Hz.**

Acesta din urmă este un ansamblu avînd dimensiunile de 400 × 300 × 200 mm. El cuprinde un transformator coborîtor 220 V/24 V, de circa 500 VA, un redresor care livrează curent de 24 V la 20 A, oscilatorul de 400 Hz și amplificatorul de 250 VA. Energia este livrată prin intermediul transformatorului de ieșire, la tensiunea de 220 V/400 Hz, care realizează și izolarea galvanică față de sursele primare de energie. A doua sursă este tensiunea de 24 V/20 A, care se conectează automat la dispariția tensiunii alternative de 50 Hz. Schema este prevăzută cu circuite de protecție la supraîncărcare și scurt-circuit.

Convertizorul static este avantajos, în raport cu cel rotativ, din cauza lipsei totale de întreținere (convertizorul rotativ are un întreg program, anual și multianual, de întreținere-ungere sau înlocuire de lagăre, reparare cuplaj, remagnetizarea generatorului cu magnet permanent etc.).

Actuala generație de regulatoare prezintă unele elemente de noutate specifice (REH—I.M.G.B. și REH—C.U.G.-Cluj)

În regulatorul de viteză, s-au conceput și s-au introdus blocurile de semnalizare a ieșirii din funcție a traductoarelor de viteză, prin schema de redondanță.

S-a introdus un bloc de insensibilizare la frecvență, care asigură funcționarea — în regim combinat, termic și electric — a turbinelor cu contrapresiune, indiferent de variațiile frecvenței rețelei de distribuție.

Consemnele de deschidere sau debit, ca și cele de presiune, sînt astfel realizate și introduse, pentru a se realiza un reglaj legat atît la funcționarea pe automat, cît și în regimul de reglare manuală, soluții verificate la CET — Zărnești, CET — Roman și CET — Elmex Alexandria — Egipt etc.

Panourile frontale ale sertarelor sînt prevăzute cu comutatoare de acord, pentru ajustarea caracteristicilor statice și dinamice ale regulatorului, ca și cu borne de test pentru verificarea principalelor semnale din blocurile funcționale montate în sertarul respectiv.

Un sistem de conexiuni prelungitoare permite verificarea și intervenția în orice sertar, fără oprirea prealabilă a turboagregatului.

Modulul de comandă din pupitru (CCB), care realizează comanda la distanță a consemnelor, afișarea acestora, semnalizarea regimurilor de funcționare etc., s-a conceput pe baza unor elemente electronice de comutare și afișare

hidraulică, acesta ca primă etapă, următoarea vizînd eliminarea totală a convertorului și acționarea directă a distribuitorului de ulei, cale care se pare că este urmată și de firme de notorietate în domeniu.

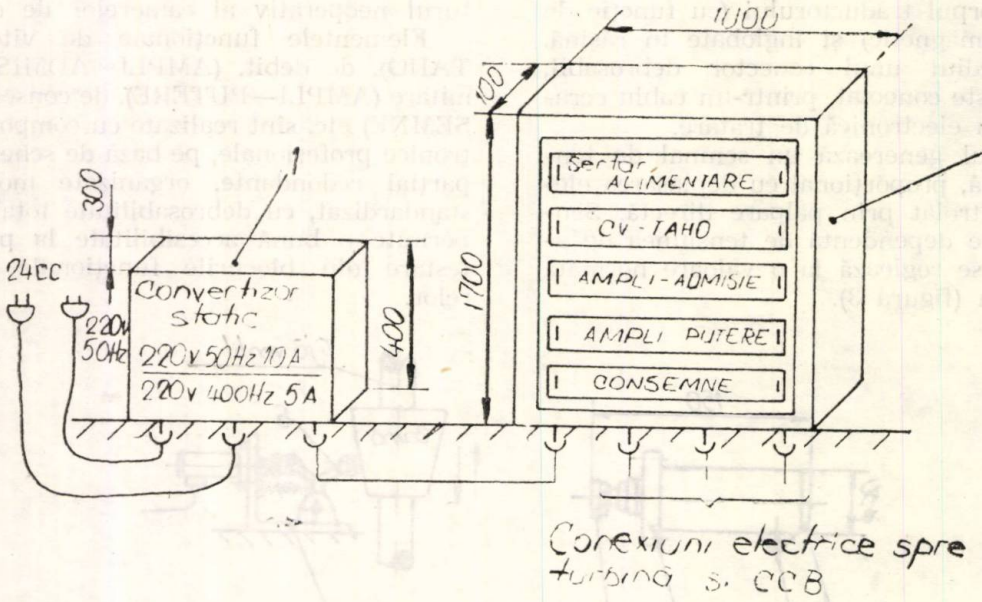


Fig. 4 Convertizorul static (1) și dulapul REH organizat modular (2).

numerică și de semnalizare cu LED-uri. Este realizat din blocuri funcționale rapid debroșabile, care permit depanarea lor fără oprirea agregatului.

După prelucrarea consemnelor și a semnalelor de reacție, sistemul emite semnalul de comandă. Aceasta se aplică convertorului electro-hidraulic, care realizează conversia semnalului electric în semnal hidraulic de comandă.

Datorită unor greutăți apărute în exploatare, legate de întreținerea și fiabilitatea convertoarelor electro-hidraulice fabricate după conceptul firmei Alsthom-Neypric (avînd o putere electrică de circa 20 W, respectiv 200 W,

Se urmărește simplificarea constructivă și funcțională, scoaterea componentelor electrice din zonele cu condiții grele de mediu, o tehnologie de execuție simplă și montaj simplificat pe mașină (fără conducte de legătură), toate avînd ca rezultat creșterea fibalității și reducerea consumului de metal (figura 5).

Datorită conlucrării permanente cu personalul de exploatare din termocentralele M.E.E., M.I.M., M.I.Ch., M.A.I.A. etc., s-au depistat diferite defecte în elementele periferice, datorate calității uleiului, intervențiilor și reviziilor mai puțin calificate, și amplasării în medii inadecvate.

Pentru fiecare situație, s-au aplicat soluții radicale, constînd din reamplasarea traductoa-

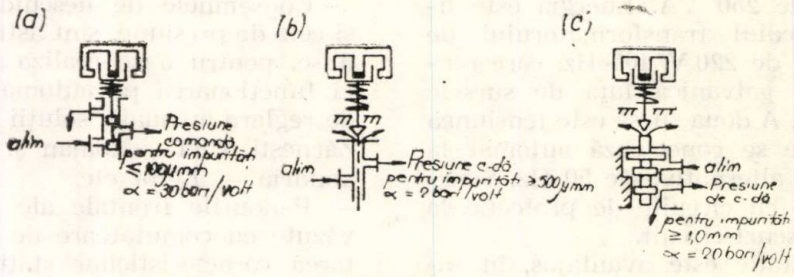


Fig. 5 Convertizorul electrohidraulic, cu variantele: a) — cu la minare; b) — cu obturare; c) — cu amplificator hidraulic.

pe partea hidraulică), s-a trecut la realizarea unor convertoare în concepție proprie, avînd puteri sporite pînă la circa 1 kW, pe partea

relor și convertoarelor, îmbunătățirea izolației electrice și a tehnologiei de mulare în rășină, și mărirea jocurilor pentru reducerea tendin-

Tabelul 1

Parametru edificator	Turbine cu condensație	Turbine cu condensație și prize	Turbine cu priză și contrapresiune	Turbine cu contrapresiune	Turbine de antrenare
Tip constructiv (în exploatare)	F 1'C—330MW AC—12 MW	F 1 L-150 MW CTR-12 AS 7,2 ; AT-6 etc.	DKUL-50 MW CKTR-12 MW AKTR (P) și AKSR (P) de 4 și 6 MW, etc.	DKU-50 MW AKP-3 MW AKS 1,2 MW, etc.	ACS-30 ACS-12 TPA, etc.
Reglare și control turație — rpm	0 la 3400	0 la 3400	0 la 3400	0 la 3400	0 la 4500
Sensibilitate [m Hz] și insensibilizare la frecvență —% din f nom.	circa 7 m Hz	circa 10 mHz	circa 10 mHz și —7 la+2%	circa 10 mHz și —7 la+2%	circa 25 mHz
Grad de iregularitate (statism) — %	Reglabil	Reglabil 4 la 20%	Reglabil 4 la 20%	Reglabil 4 la 20%	Reglabil 4 la 25%
Precizie în poziționarea organului de execuție	$\geqslant 10^{-3}$	$\geqslant 10^{-3}$	$\geqslant 10^{-3}$	$>10^{-2}$	$>10^{-2}$
Reglaj dependent atît pe automat cît și la conducerea prin telecomenzi	da	da	da	da	da (inclusiv antipompaj)
C-dă prin Usilog sau modul independent	Usilog	Usilog	Modul cu relee	Modul cu comutație statică I.C.S.I.T.E.E.	Modul cu relee
Racordare posibilă la calculator de proces	da	da	da	da	Parțial
Tipizare ansambluri componente	80%	60%	45 %	50%	30%

țelor de blocare cu impurități mecanice și organice.

Experiența exploatării a determinat, de asemenea, apariția ideii de realizare a **modului de comandă,** cu elemente de fiabilitate ridicată, de includere în REH a protecției termomecanice a agregatului.

După analiza aprofundată a funcțiilor de reglare, monitorizare și proiecție, pe baza experienței acumulate și a apariției unor noi materiale electronice, există o preocupare permanentă de modernizare, de introducere a noului, coroborat cu scopul principal de creștere reală a fiabilității.

După aproximativ 13 ani de la introducerea sistemului de reglare electrohidraulică, performanțele sale sînt ilustrate în tabelul 1.

În cazul unei perturbații majore, aruncarea totală a sarcinii la o turbină cu două admisii reglate și trei corpuri, (deci volume mari de abur cuprinse în turboagregat), se obține o curbă de răspuns avînd alura din figura 6.

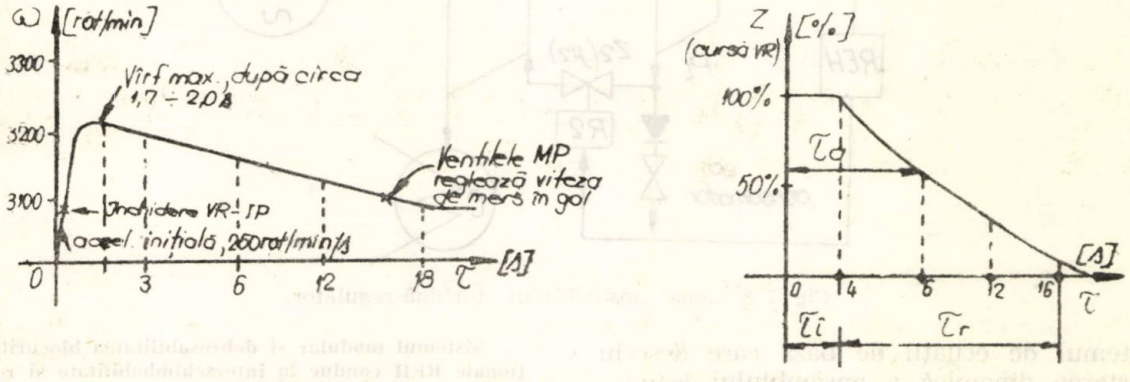


Fig. 6 Curbele aproximative $\omega = f(\tau)$ și $Z = f(\tau)$, după aruncarea totală de sarcină.

Aplicarea sistemului REH, la majoritatea turboagregatelor din fabricația internă, a fost posibilă numai datorită alegerii corecte a regimurilor de lucru și includerii sale în proiect încă din faza de concepție a centralei electrice, prin conlucrarea cu proiectanții centralelor (I.S.P.E., IPROMET, I.I.T.P.I.C.).

Stabilirea parametrilor și a schemei unei noi instalații REH parcurge o anume metodologie.

După terminarea calculelor preliminare, pentru stabilirea debitelor și presiunilor din schema termomecanică a configurației turbinei și generatorului, se execută un studiu de stabilitate dinamică prin modelarea ansamblului pe calculator. Elementele stabilite în studiu se utilizează pentru definitivarea schemei-bloc a REH-ului și concepția blocurilor specifice aplicației respective. Un element deosebit pentru calculul static al REH-ului este documentul prin care se stabilesc regimurile de încărcare termică și electrică, document realizat de proiectanții sălii de mașini, turbină și generator. Apoi se realizează schema completă a regulatorului, inclusiv cu coeficienții statici de interacțiune dintre etajele acestuia. Schema finală se utilizează pentru o nouă modelare electronică a grupului, rezultatele studiului fiind utilizate la stabilirea schemei definitive și pentru reglarea coeficienților dinamici.

Pentru exemplificare, redăm modelul simplificat al turboagregatului SL—2, echipat cu un sistem de reglare electro-hidraulică, pentru care schema-bloc turbină-regulator este redată în figura 7.

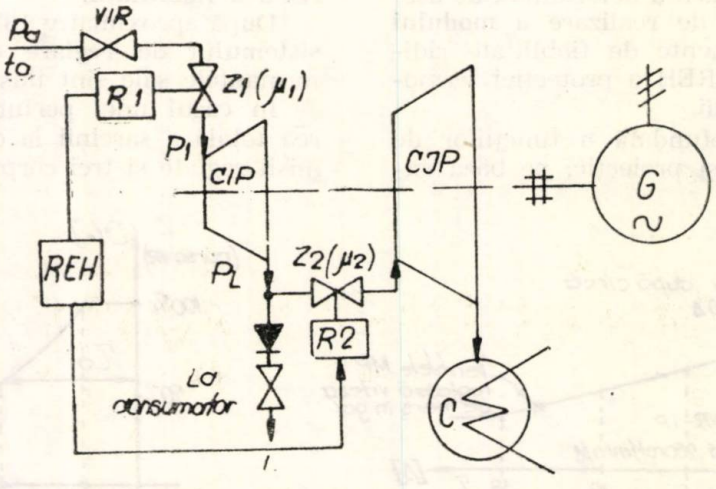


Fig. 7 Schema ansamblului turbină-regulator.

Sistemul de ecuații de bază care descriu comportarea dinamică a ansamblului este :

— rotor-turbină : $0{,}8T_a \frac{ds}{dt} =$

$= 0{,}8(\alpha_1\pi_1 + \alpha_2\pi_2) - P_g$;

— volum abur în CIP : $T_1 \frac{d\pi_1}{dt} = \mu_1 - \pi_1$;

— volum abur în camera prizei (L) : $T_L =$

$= \frac{d}{dt} = \pi_1 - \beta_1\mu_2\pi_2 - \beta_2 q_L \pi_L$;

— volum abur în CJP : $T_2 = \frac{d\pi_2}{dt} = \mu_2\pi_L -$

$- \pi_2$, unde $0{,}1 \leqslant \mu(1 \text{ și } 2) \leqslant 1$ și $0 \leqslant q_L \leqslant 1$;

— servomotor IP : $T_{s1} \frac{d\mu_1}{dt} = \eta_1$;

— servomotor JP : $T_{s2} \frac{d\mu_2}{dt} = \eta_2$;

— distribuitor IP : $T_{d1} \frac{d\eta_1}{dt} = \xi_1$;

— distribuitor JP : $T_{d2} \frac{d\eta_2}{dt} = \xi_2$;

Notații utilizate :

π_1, π_2, π_3 — valoare relativă de presiune, după ventile ;
η_1, η_2, — valoare relativă cursă distribuitor ;
μ_1, μ_2 — valoare relativă cursă servomotor.

Modelul matematic rezultat se poate urmări în figura 8.

Concluzii

Elementele periferice (traductoare și convertoare) miniaturizate și înglobate au condus la eliminarea activității de întreținere și la creșterea fiabilității lor.

Sistemul modular și debroșabilitatea blocurilor funcționale REH conduc la interschimbabilitate și realizarea unor circuite redondante.

Includerea modulului de comandă în componența REH a redus posibilitatea de defect și a condus la creșterea siguranței în funcționare a REH-ului.

Conlucrarea cu proiectantul centralei, identificarea și luarea în evidență a problemelor termomecanice,

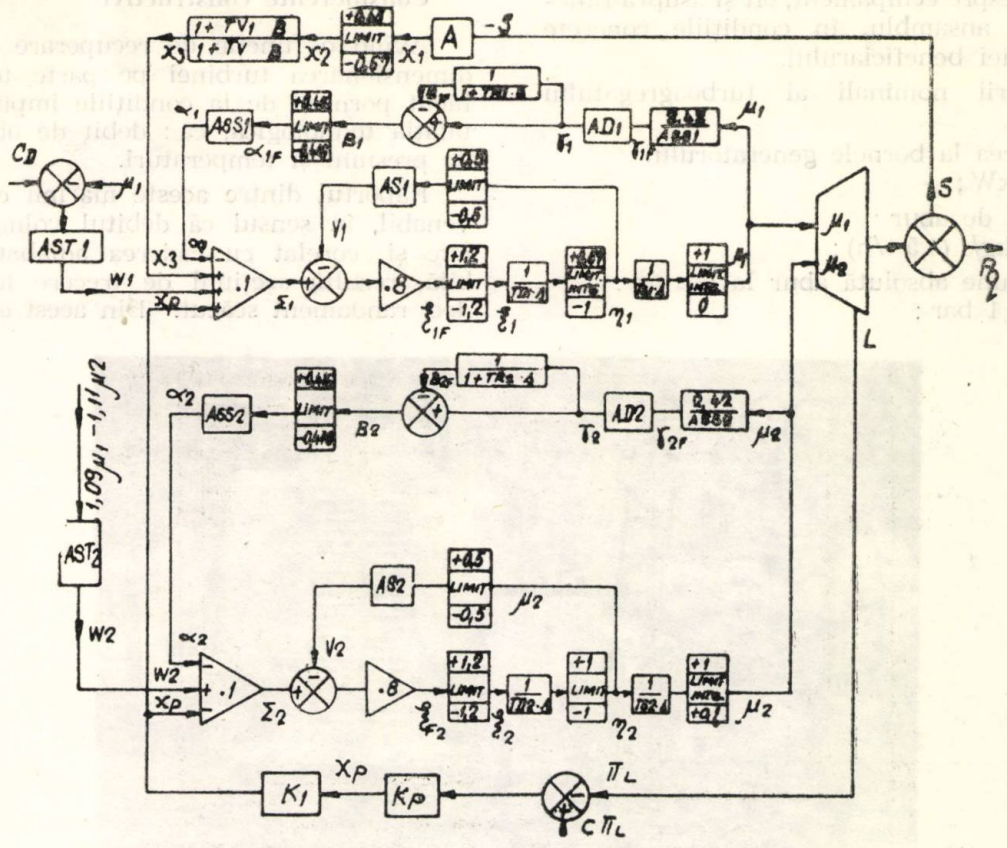


Fig. 8 Schema modulului analogic al ansamblului turbină-regulator.

modelarea și corectarea schemei de reglare au condus la realizarea unor REH-uri cu un comportament static și dinamic satisfăcător, de o înaltă fiabilitate.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Bigret, R.:* Systèmes de réglage électrohidrauliques associés aux turboalternateurs thermiques de grande puissance de la société Rateau-Schneider. In revista „Journée d'etudes', 8. II. 1971.

[2] *Grecu, T. ș.a.:* Turbine cu abur — I, Editura Tehnică, 1976, București, pag. 357.

[3] *Mihăilescu, M. ș.a.:* Reglarea electrohidraulică a turbinei cu abur de 330 MW, tip F1C-330. In „Energetica" 1984, nr. 8, pag.

[4] *Laurențiu, P.:* Exploatarea centralelor electrice-probleme speciale — I, Editura Tehnică, 1984, pag. 212.

[5] *Răzvan, Vl.:* Modelarea pe calculator electronic a comportării dinamice a ansamblului REH — turbină — SL-2.
Lucrare I.C.S.I.T.E.E., București, 1980.

CZ : 662.99

Cercetări privind realizarea și implementarea unor turboagregate recuperatoare de 200 kW

Ing. Dan **ANDREESCU**, ing. Marcel **DONȚEA**,
ing. Valer **DVORAC**, ing. Ioan **VUZA**, ing. Florian Ilie **MITOI** — I.C.S.I.T.E.E. București

Introducere

În scopul recuperării resurselor energetice secundare din industrie, în I.C.S.I.T.E.E. s-a cercetat, proiectat și executat o turbină cu abur de 200 kW, ca prim produs din cadrul unei game tipizate. Aceasta, împreună cu generatorul electric sincron pe care îl antrenează, formează turboagregatul recuperator tip AKP 0,2/3000.

Montarea la o întreprindere din industria lemnului a turboagregatului a permis efectuarea unor probe complexe de performanță și de anduranță, rezultînd numeroase concluzii

utile, atît despre echipament, cît și asupra funcționării în ansamblu, în condițiile concrete ale instalației beneficiarului.

Parametrii nominali ai turboagregatului sînt :

— puterea la bornele generatorului : 200 kW ;
— debit de abur : 1,25 kg/s (4,5 t/h) ;
— presiune absolută abur la intrare : 15 ± 1 bar ;

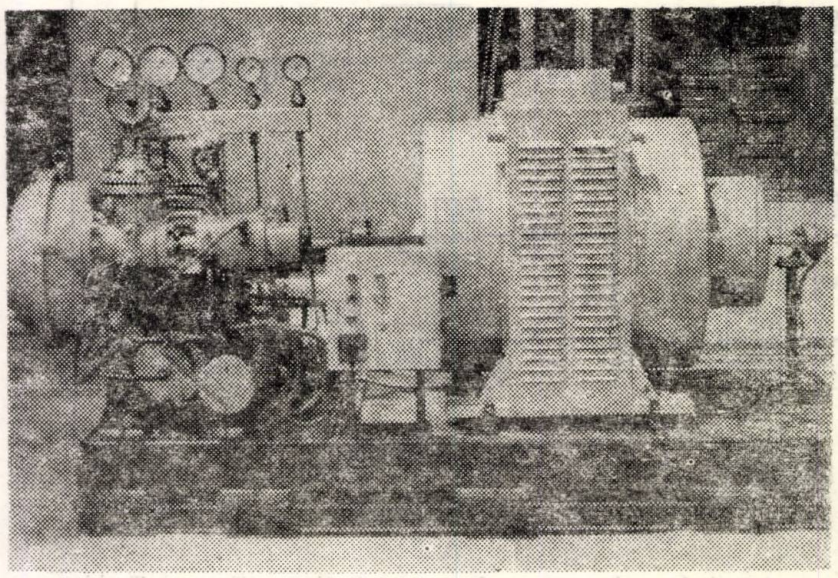


Fig. 1 Turboagregat AKP 0,2/3000, vedere generală.

— temperatură abur la intrare: 573 K (300°C) ;
— presiune absolută abur la evacuare : $2{,}5^{+1{,}5}_{-0{,}5}$ bar ;
— turație turbină : 8372 rot./min. ;
— turație la cuplă : 3000 rot./min. ;
— putere turbogenerator : 250 kVA ;
— tensiune între faze : 400 V ;
— curent de sarcină : 361 A ;
— frecvență : 50 Hz.

Turbina și generatorul electric sînt montate pe o platformă metalică comună, cu dimensiunile de gabarit : 2600 × 1650, formînd un tot unitar, ușor de transportat și care, odată fixat de fundație, rămîn de făcut racordurile pe partea de abur, pe partea electrică și pentru apa de răcire a uleiului. O vedere generală a turboagregatului este redată în figura 1.

Considerente constructive

Avînd o funcție de recuperare energetică, dimensionarea turbinei pe parte termică s-a făcut pornind de la condițiile impuse de instalația tehnologică, ca : debit de abur, raport de presiuni și temperaturi.

Raportul dintre aceste mărimi este neconvenabil, în sensul că debitul volumetric este mic și, corelat cu căderea adiabată disponibilă, rezultă secțiuni de trecere foarte mici, deci randament scăzut. Din acest considerent, care determină reducerea diametrului rotoric, și corelat cu viteza tangențială necesară (172 m/s) obținerii randamentului periferic maxim, a rezultat un disc rotoric de ∅ 400 mm, la turația de 8372 rot./min. și, corespunzător, un reductor de turație la 3000 rot./min.

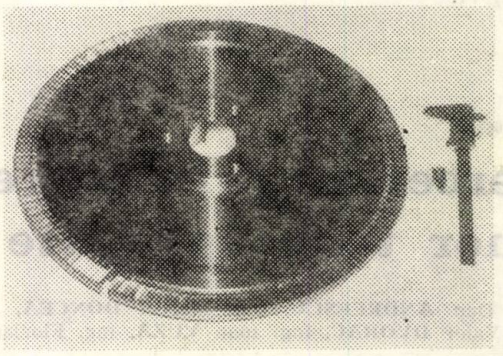


Fig. 2 Disc rotoric.

Și în aceste condiții, secțiunile de curgere rămîn mici, cu un grad de admisie de 10%, astfel că s-a adoptat o soluție de turbină de tip „Electra" [1], [2], cu două trepte de viteză, dar cu un singur rînd de palete rotorice pe

discul în consolă. Astfel, aburul, după ieșirea din cele 4 ajutaje dispuse simetric, parcurge pe primul drum paletele rotorice, cu înălțimea părții active de 17 mm și este reîntors prin „camera reversibilă" trecînd din nou prin palete, în sens invers și la altă poziție pe circumferință.

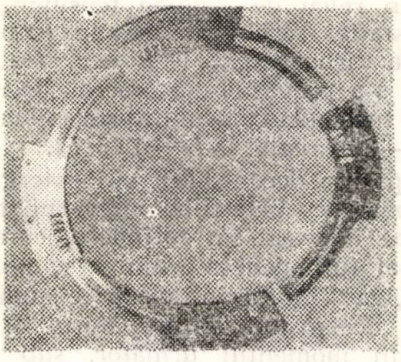


Fig. 3 Camerele reversibile.

Prin această soluție, s-a mărit considerabil gradul de admisie ; însumînd ambele treceri, rezultă o utilizare de 60% a circumferinței rotorice, cu efect sensibil asupra creșterii randamentului.

La probele făcute cu turbina la sarcină nominală, a rezultat un randament efectiv mai mic decît cel preconizat prin calcul (avînd la bază experimentările pe rețelele de profile în sufleria aerodinamică) datorită, în principal, pierderilor volumetrice (prin scăpări interne de abur), mai mari în realitate, și unui randament mai scăzut al reductorului.

Cu toate acestea, randamentul turboagregatului, exprimat prin consumul specific de abur, a rezultat în limitele a 22 ÷ 23 kg abur/kWh, la regim nominal, valoare care se încadrează în limitele cunoscute pe plan mondial pentru această zonă de parametri și puteri.

Considerente energetice

În contextul reducerii consumurilor energetice, o cale importantă o constituie recuperarea disponibilităților de presiune și temperatură ale aburului. Astfel, relativ la presiuni, relația dintre cazanele de abur și consumatorii industriali face ca, în mod obiectiv, presiunea aburului livrat să fie în numeroase cazuri superioară celei necesare în procesul tehnologic, cel puțin pentru o parte din debitul de abur, diferența de parametri fiind anihilată (laminată) în stații de reducere-răcire, SRR. Prin înlocuirea SRR cu o turbină recuperatoare, care în acest caz antrenează un generator electric, și printr-un aport de combustibil la cazane echivalent energiei electrice produse, se realizează o soluție de recuperare eficientă economic. Se poate obține și o creștere a siguranței de alimentare cu energie electrică, prin asigurarea consumatorilor considerați „vitali", în situații de insularizare.

Este important ca, sub aspect funcțional, intercalarea turboagregatului în circuitul termic să nu afecteze procesul tehnologic al beneficiarului, prin condiții suplimentare impuse cazanului și consumatorului de abur. De aceea, turbina a fost concepută, prin dimensionare și construcție, să permită funcționarea în limite largi a parametrilor aburului de intrare și ieșire.

În figura 4 este prezentată variația puterii turboagregatului, funcție de presiunea aburului la evacuarea din turbină (contrapresiune), menținînd constanți parametrii aburului la intrarea în turbină. Se constată o scădere sensibilă a puterii, odată cu creșterea contrapresiunii, spre valori mai mici, începînd să se facă simțită și scăderea randamentului generatorului electric.

Este important, deci, ca instalația tehnologică care utilizează aburul eșapat din turbină să nu introducă pierderi suplimentare de presiune, în mod inutil, față de presiunea

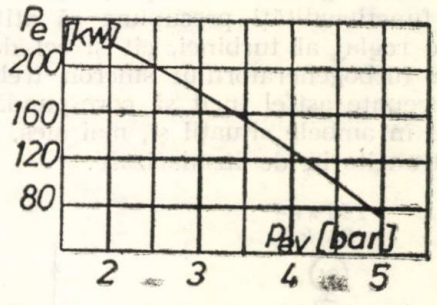


Fig. 4 Influența presiunii aburului la evaluarea din turbină asupra puterii la borne.

minimă necesară procesului tehnologic. Este de luat în considerație și o eventuală modificare a consumatorului, în sensul reducerii presiunii de lucru, prin micșorarea pierderilor de presiune de pe traseu, prin mărirea unor suprafețe de transfer de căldură și altele. Rezerve în acest sens există, de regulă, în instalația beneficiarului, întrucît, la dimensionarea inițială, se are în vedere rezerva de presiune a cazanului și se minimalizează importanța problemei pierderii de presiune pe traseu, supradimensionîndu-se presiunea necesară utilizatorului.

Trecînd la aspecte electroenergetice, trebuie subliniat că tensiunea de 400 V a turbogeneratorului sincron permite racordarea directă a acestuia în stația electrică de joasă tensiune a beneficiarului, turboagregatul putînd să lucreze în paralel cu sistemul sau izolat (insularizat), alimentînd anumiți consumatori considerați drept cei mai importanți, „vitali".

Făcînd o comparație între cele două variante de lucru se pot scoate în evidență, în primul caz, al funcționării în paralel cu sistemul electroenergetic, următoarele particularități :

— stabilitate în funcționare, prin menținerea tensiunii și frecvenței de către sistem, în plus față de sistemele proprii de reglaj ;

— utilizarea integrală a energiei disponibile a aburului, indiferent de fluctuațiile debitului și ale puterii cerute de consumatorii electrici.

În situația funcționării insularizate, deci alimentînd doar anumiți consumatori ai întreprinderii, apare imediat condiția egalității puterii produse cu aceea consumată, apărînd inconvenientul neutilizării integrale a energiei disponibile a aburului, consumatorii electrici și cei termici avînd o funcționare variabilă și arareori în fază.

În consecință, este eficient ca turboagregatul să fie utilizat funcționînd în paralel cu sistemul, iar în situația întreruperii alimentării cu energie electrică a întreprinderii, să treacă automat în funcționare insularizată, cu consumatorii „vitali". Desigur, realizarea acestei funcționalități presupune că atît sistemul de reglaj al turbinei, cît și cel de excitație a turbogeneratorului sincron trebuie să fie concepute astfel încît să corespundă funcționării în ambele situații și, mai ales, la procesul tranzitoriu de insularizare.

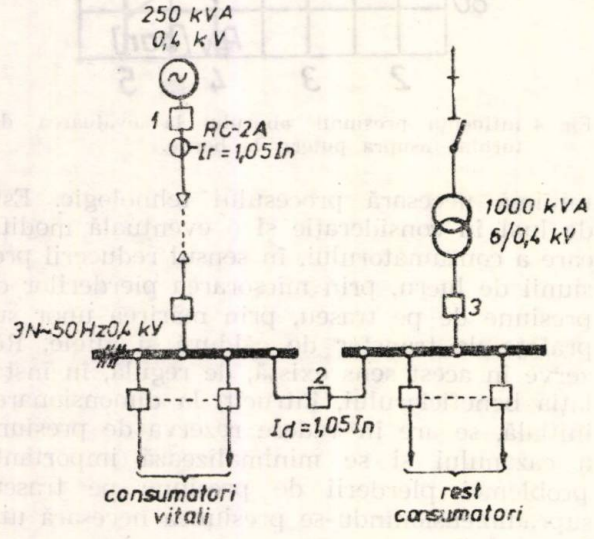


Fig. 5 Schema electrică de principiu pentru insularizare.
— regim normal : 1i ; 2i ; 3i
— regim de insularizare : 1i $3d => 2d$

Pentru realizarea secvenței de insularizare, s-a conceput o schemă al cărei principiu este dat în figura 5. Pe barele stației de 0,4 kV a beneficiarului, s-au grupat separat consumatorii care se mențin în funcționare insularizată față de restul consumatorilor. În prima categorie, s-au inclusiv ventilatoarele de gaze arse și pompele de apă pentru alimentarea cazanelor, consumatorii necesari pentru P.S.I., iluminatul de siguranță ca și alți consumatori tehnologici, pînă la o putere însumată de circa 70% din cea nominală a turbinei. Este interesant de observat că, pentru realizarea automată a insularizării, la întreruperea alimentării de la sistem, nu se poate conta pe o informație de la un releu de minimă tensiune, întrucît barele stației rămîn alimentate (sub tensiune) de la turboagregat. De aceea, pentru insularizare, s-a prevăzut măsurarea curentului la bornele turbogeneratorului prin releu de curent RC—2 A, reglat la $I_r = 1{,}05\ I_n$.

La apariția deconectării din exterior, puterea turboagregatului fiind inferioară celei necesare pe întreaga întreprindere, curentul de sarcină al turbogeneratorului crește peste cel nominal, datorită sarcinii electrice suplimentare apărute, declanșînd întrerupătorul de insularizare. În momentul următor, sub acțiunea sistemului de reglaj al turbinei și a celui de excitație a turbogeneratorului, se restabilește echilibrul, trecîndu-se la o funcționare stabilă.

Pentru a nu avea variații mari de frecvență între cele două situații de funcționare, reglajul turbinei este acordat la un statism mare, de circa 6%, existînd și posibilitatea suplimentară de reglare a frecvenței din sincronizator. La revenirea alimentării din exterior, cuplarea celor două sisteme de bare se face prin sincronizare manuală, cu „foc învîrtitor", procedeu folosit și la pornire, la punerea în paralel. S-a constatat că sincronizarea manuală corespunde întru totul, în condițiile date de exploatare, eliminîndu-se practic necesitatea unei sincronizări automate, excesiv de scumpă la acest palier de putere.

Implementarea turbogeneratorului recuperator la beneficiar conduce, în mare măsură, păstrînd proporțiile, la rezolvarea problemelor specifice unei centrale electrice.

S-a urmărit ca exploatarea instalației recuperatoare, pornirea, oprirea și supravegherea în timpul funcționării să nu ridice probleme peste posibilitățile existente, ca personal și specializare a acestuia, în cadrul unor întreprinderi mici sau mijlocii. Turboagregatul și instalația aferentă sînt prevăzute cu sisteme de protecție și semnalizare, care să limiteze activitatea de exploatare curentă la o supraveghere periodică, din oră în oră.

Astfel, turbina este prevăzută cu sisteme mecano-hidraulice de protecție, pentru : presiune minimă a uleiului de ungere, creșterea contrapresiunii aburului, creșterea sau scăderea presiunii în circuitul de ulei în afara unor limite, supraturarea turbinei. Se mai adaugă protecțiile pentru creșterea temperaturii uleiului, pentru întreruperea alimentării cu apă de răcire a răcitorului de ulei.

Nivelul de zgomot din încăperea în care este amplasat turboagregatul este de 95 dB (pondere tip A) la distanța de 1 m de conturul său.

Considerente economice

Eficiența economică a utilizării acestui turboagregat recuperator se poate reduce la calculul prețului de cost al energiei electrice, produse în condiții reale de exploatare, și compararea cu prețul mediu al energiei electrice livrate de sistemul electroenergetic. Calculul s-a făcut conform normativului PE—011/82 și pentru o durată de viață de 35 de ani a echipamentului.

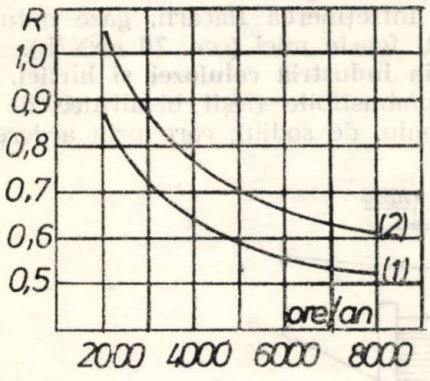


Fig. 6 Prețul de cost relativ, R, al energiei electrice produse de turboagregat pentru : 1) putere medie 200 kW ; 2) putere medie 160 kW.

În figura 6 sînt prezentate, sintetic, rezultatele calculului avînd în ordonată mărimea relativă R, definită ca raportul dintre prețul de cost calculat al energiei electrice produse de turboagregat și prețul mediu al energiei electrice din sistem. S-au considerat două situații : funcționarea cu o putere medie de 200 kW (cea nominală) și cu 160 kW, pentru un număr variabil de ore de funcționare pe an (minimum 2000 ore/an și maximum 8000 ore/an).

Se constată că, de la durata de utilizare de peste 2500 ore/an, turboagregatul recuperator este eficient economic, $R < 1$, ajungîndu-se ca pentru 6000÷8000 ore/an efectul să fie considerabil.

La cele de mai sus trebuie adăugat și efectul care poate deveni principal în cazul întreprinderilor mici, al asigurării continuității alimentării cu energie electrică, a unor consumatori „vitali".

De fapt, în ansamblu, eficiența economică este analoagă utilizării unui turboagregat de termoficare industrială racordat la un cazan existent.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Grecu, T., Cârdu, M., Nicolau, I.* : Turbine cu abur. București, Editura tehnică, 1976.

[2] *Schemenau, W.* : Production d'électricité par combustion de bois, In „Brown Boveri Revue", 1986, octombrie.

CZ : 662.614 : 662.99

Calculul termic asistat de calculator, cu programe proprii, pentru o gamă tipizată de cazane recuperatoare

Ing. Marin **ALEXE**, dr. ing. Constantin **HAIDUC**, mat. Mioara **MIREA** — I.C.S.I.T.E.E. București

Introducere

În contextul actual al preocupărilor existente în țara noastră privind economisirea pe toate căile a energiei, una din sarcinile prioritare a institutului nostru constă în găsirea de noi soluții pentru recuperarea resurselor energetice din diferite industrii.

Resursele energetice refolosibile provin din procesele tehnologice industriale și sînt constituite din deșeuri care mai conțin elemente care ard (deșeuri combustibile), sau din gazele de proces evacuate la temperaturi ridicate.

Pentru recuperarea acestor resurse, au fost proiectate și s-au realizat cazane care produc abur, apă fierbinte sau apă caldă, în care ard deșeurile combustibile, sau numai se transferă căldura de la gazele fierbinți la apă, pentru încălzirea acesteia sau transformarea sa în abur.

Activitatea de recuperare a deșeurilor combustibile s-a axat , în principal, pe următoarele industrii :

— **industria siderurgică și metalurgică** (gaze de furnal, gaze de cocserie, gaze rezultate din producerea cocsului și semicocsului în fluidizare, gaze rezultate din producerea cocsului de petrol etc) ;

Menționăm că unele din aceste gaze-deșeu au temperaturi ridicate, la finele procesului tehnologic, și puteri calorifice inferioare mici, ceea ce a impus arderea acestora în amestec cu păcură sau gaze naturale, cum este cazul la cazanele de 120 t/h, în care se ard concomitent, în diferite proporții, gaz de furnal, gaz de cocsare și hidrocarburi.

Realizarea acestor cazane a ridicat probleme deosebite datorate, în special, nocivității unor produse reziduale și au fost necesare soluții constructive speciale, impuse în principal de condiția asigurării etanșeității instalației.

Astfel, pentru arderea gazelor reziduale rezultate din procesul de fabricare a cocsului și semicocsului în pat fluidizat, a fost necesar să se realizeze un cazan de construcție etanșă (pereți membrană), cu arzătorul de gaz rezidual dispus în plafonul cazanului și cu sensul circuitelor de gaze inversat față de soluțiile clasice.

Acest cazan (fig. 1) s-a realizat la parametrii energetici — 46 t/h, 40 bar, 450°C — iar aburul produs este folosit la antrenarea de turbine de 12 MW.

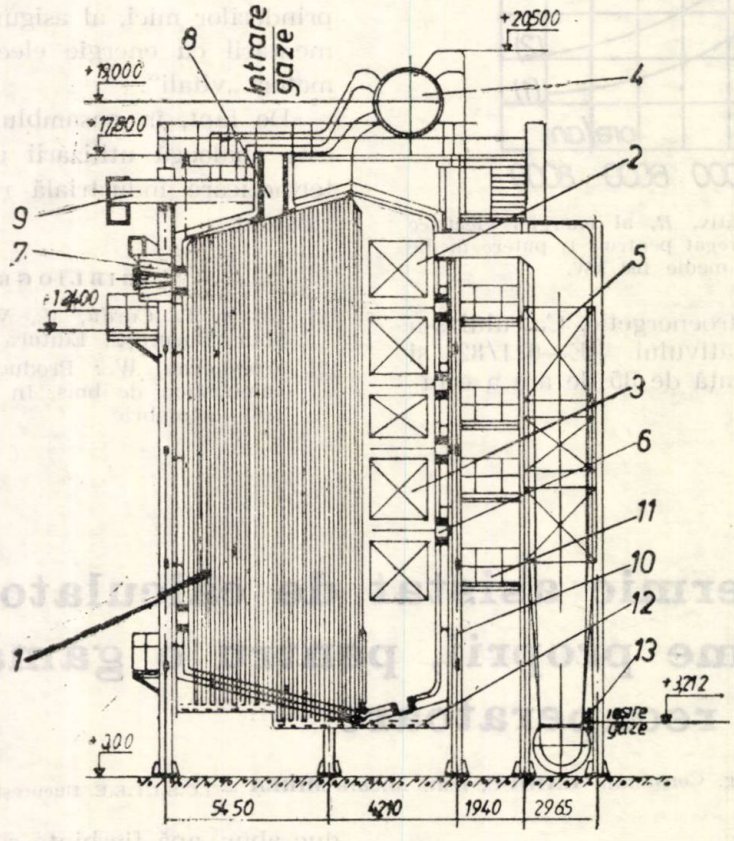


Fig. 1 Cazan de abur care utilizează gaze de semicocs sau cocs.
1 — vaporizator ; 2 — economizor ; 3 — supraîncălzitor ; 4 — tambur ; 5 — preîncălzitor de aer ; 6 — instalație de curățire a suprafețelor ; 7 — instalație de ardere suport ; 8 — instalație de ardere gaz rezidual ; 9 — canale de aer ; 10 — construcție metalică ; 11 — scări și platforme ; 12 — izolații și înzidiri ; 13 — ventilatoare.

Cazanele realizate pentru arderea acestor combustibili deșeu au particularități constructive specifice combustibilului respectiv.

Astfel, pentru celolignina rezultată din fabricarea furfurolului din ciocălăi de porumb, s-au realizat cazane cu parametrii tehnologici — 8 t/h, 16 bar, 220°C — în care arderea celoligninei se face în suspensie (pat fluidizat). Pentru celolignina rezultată din producerea furfurolului din deșeuri lemnoase, cazanele sînt prevăzute cu grătar mecanic cu împingere răsturnată, iar arderea combustibilului se face numai pe acest grătar. Aceste cazane utilizează, pentru întreținerea flăcării, gaze naturale în cantități foarte mici (cca. 70 m^3N/h).

— în industria celulozei și hîrtiei, rezultă leșii combustibile (leșii bisulfitice de calciu, de amoniu, de sodiu), care prin ardere — în afară de producere de căldură — mai recuperează și diverși produși chimici, deosebit de valoroși.

Datorită agresivității acestor compuși, a fost necesar să se aleagă, pentru partea sub presiune a acestor cazane, materiale de calitate superioară, cu compoziție chimică riguros li-

mitată, și să se impună pe tot ciclul — proiectare — execuție — montaj — exploatare — controale interfazice și măsuri speciale, mai ales la montaj și exploatare.

Din familia cazanelor recuperatoare pe deșeuri combustibile, se mai menționează cazanele pentru arderea deșeurilor de lemn, a deșeurilor agricole, precum și a puzderiilor de in și cînepă rezultate din topitoriile de in și cînepă.

Recuperarea căldurii din gazele de proces

Din diverse procese tehnologice ale diferitelor industrii, rezultă gaze fierbinți cu potențial termic ridicat, gaze care, trecute printr-un cazan recuperator, cedează căldura sensibilă, obținîndu-se abur, apă fierbinte sau apă caldă, în funcție de potențialul sursei și necesităților beneficiarului.

Se dau mai jos cîteva exemple :

— în industria chimică, la fabricarea acidului sulfuric din pirită sau din sulf, rezultă gaze fierbinți cu temperaturi între 950—1150°C, cu conținut ridicat de SO_2. Pentru a fi utilizate, în continuare, în procesul tehnologic, gazele trebuie răcite pînă la 400÷440°C.

Răcirea gazelor fierbinți se face prin intermediul unui cazan recuperator înglobat în fluxul tehnologic, cazan ce produce abur tehnologic, după necesități, la 42 bar sau la 60 bar (fig. 2).

Alte cazane tehnologice din industria chimică sînt realizate pentru liniile de metanol, liniile de acid azotic, instalațiile de cracare catalitică a hidrocarburilor, precum și pentru instalațiile de incinerare a nămolului biologic sau pentru arderea diferitelor reziduuri.

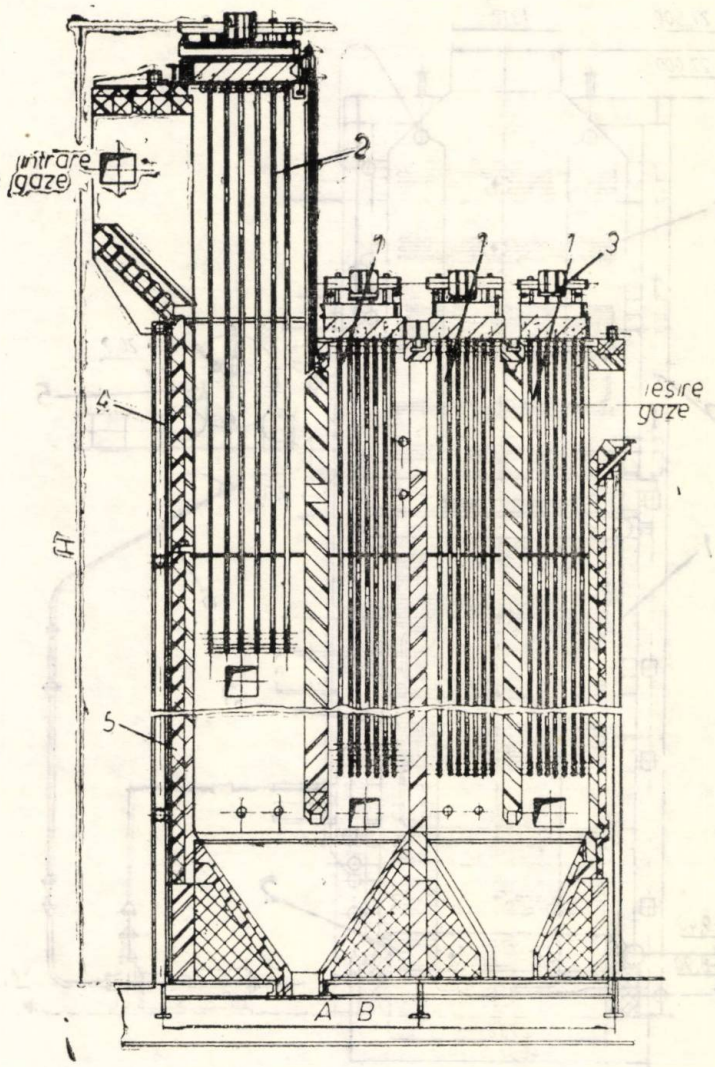


Fig. 2 Cazan recuperator pentru fabrici de acid sulfuric din pirită.

1 — vaporizator ; 2 — supraîncălzitor ; 3 — instalații de scuturare ; 4 — construcție metalică ; 5 — înzidire și izolație.

În industria metalurgică, gazele provin de la diverse cuptoare pentru încălzirea sau topirea metalului — cuptoare adînci, cuptoare tunel, cuptoare cu vatră rotativă, vatră păşitoare, cu propulsie, Siemens-Martin etc.

Multe din aceste cuptoare, ca şi cele pentru încălzirea metalului din sectoarele calde ale industriei constructoare de maşini şi de utilaj greu, utilizează drept combustibil păcura sau gazele naturale.

Sînt însă şi situaţii cînd rezultă gaze fierbinţi din procese tehnologice, ca de exemplu convertizoarele tip L.D. (cu insuflare de oxigen, care produc gaze fierbinţi prin decarburarea metalului topit).

Exemplificăm, din aceste cazane, pe cele de la oţelăriile Siemens-Martin (fig. 3), care produc abur tehnologic la 40 bar şi 375°C.

Trebuie menţionat că parametrii la care s-au executat cazanele recuperatoare sînt cei impuşi de beneficiari, în funcţie de necesităţile lor tehnologice ; în unele cazuri, cazanele recuperatoare acoperă în întregime necesarul de apă fierbinte sau abur al unităţii respective.

O altă cerinţă impusă la construcţia acestor cazane, o constituie dimensiunile de gabarit care sînt dictate de posibilităţile de amplasare într-un spaţiu existent.

Pentru acoperirea necesarului de cazane pentru industria constructoare de maşini, s-au

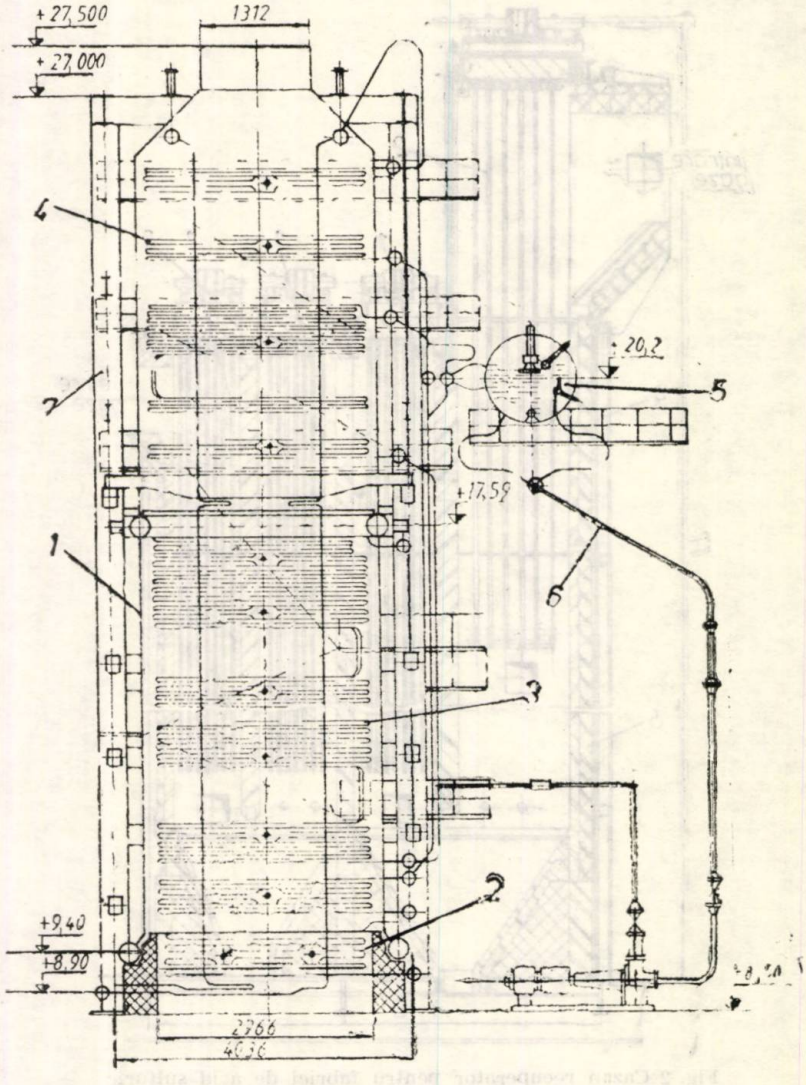


Fig. 3 Cazan recuperator pentru industria metalurgică.
1 — canal de gaze ; 2 — supraîncălzitor ; 3 — vaporizator ; 4 — economizor ; 5 — tambur ; 6 — conducte de legătură ; 7 — schelet metalic.

Pentru astfel de instalaţii, au fost proiectate şi realizate cazane ce aduc o importantă economie de combustibil.

tipizat cazanele recuperatoare după agentul produs, precum şi după parametrii gazelor fierbinţi (debit, temperatură şi natura gazelor).

Astfel s-au realizat :

— o gamă tipizată de cazane recuperatoare de apă fierbinte (70/150°C), pentru debite de gaze de ardere cuprinse între 2000 ÷ 35000 m^3N/h și temperaturi ale acestora cuprinse între 350°C și 600°C (tab. 1) ;

Tabelul 1

Gama tipizata de Cazane Recuperatoare de apă fierbinte (R.A.F) și abur saturat (R.A.B)

Nr crt	Tip	Debit gaze de ardere Nm^3/h	Temperatură gaze de ardere °C		Debit fluid produs (Gcal/h) t/h	Fluid de lucru	
			Intrare	Ieșire		Presiune bar	Temperatura °C intrare/ieșire
1	R.A.F 2.1	2000	350..600	115...150	(0,31)	13	70/150
2	R.A.F 4.1	4000	350...600	115...150	(0,61)	13	70/150
3	R.A.F 7.1	7000	350..600	115...150	(1,0)	13	70/150
4	R.A.F 12.1	12000	350...600	120..150	(1,85)	13	70/150
5	R.A.F 20.1	20000	350...600	120...150	(3,08)	13	70/150
6	R.A.F 35.1	35000	350..600	115...150	(5,4)	13	70/150
7.	R.A.B 2.1	2000	350...600	140...150	0,133...0,522	13	100/t sat
8	R.A.B 2.2	2000	350...600	200...230	0,1... 0,457	13	100/t sat
9	R.A.B 4.1	4000	350...600	140...150	0,3... 1,1	13	100/t sat
10	R.A.B 4.2	4000	350..600	200...230	0,12...0,919	13	100/t sat
11	R.A.B 7.1	7000	350..600	140...150	0,5... 1,92	13	100/t sat
12	R.A.B 7.2	7000	350..600	200..230	0,35... 1,6	13	100/t sat
13	R.A.B 12.1	12000	350..600	140..150	0,7... 3,25	13	100/t sat
14	R.A.B 12.2	12000	350..600	200..230	0,6... 2,75	13	100/t sat
15	R.A.B 20.1	20000	350..600	140..150	0,9.. 5,5	13	100/t sat
16	R.A.B 20.2	20000	350..600	200..230	1..4,65	13	100/t sat
17	R.A.B 35.1	35000	350..600	140..150	1,9.. 9,45	13	100/t sat
18	R.A.B 35.2	35000	350..600	200..230	1,8.. 7	13	100/t sat

— o gamă tipizată de cazane recuperatoare de abur saturat, la 8, 10 și 13 bar, pentru debite de gaze de ardere cuprinse între 2000÷35000 m^3N/h și temperaturi între 350°C și 600°C (tab. 1 și fig. 4) ;

— o gamă tipizată de cazane recuperatoare de apă caldă (75/95° sau 15/65°C), pentru debite de gaze de ardere cuprinse între 200 și 6000 m^3N/h și temperaturi între 250°C și 600°C (tab. 2 și fig. 5).

Toate aceste cazane, din cele trei game tipizate, au făcut obiectul unui studiu de serie tipizată, realizat de I.P.C.T. în colaborare cu Institutul de Construcții București și cu I.C.S.I.T.E.E. București, urmînd a se edita, în acest an, un catalog de cazane recuperatoare tipizate, incluzînd și schemele funcționale și de instalare.

În prezent, preocupările sînt direcționate spre reducerea consumului de metal pe unitatea de agent termic, produs, precum și pe reducerea manoperei de montaj. Aceste deziderate

Tabelul 2

Gama tipizată de Cazane Recuperatoare pentru apă caldă (M.I.C.M)

Nr. crt.	Tip	Debit gaze de ardere Nm^3/h	Temperatura gaze de ardere °C		Debit caloric Gcal/h	Apă caldă	
			Intrare	Ieșire		Presiune bar	Temperatură °C intrare/ieșire
1	CRac 2-5	200 ... 400	250 ... 400	105...120	0,475 .. 0,85	2 .. 6	75 / 95
2	CRac 5	200 ... 500	250 ... 500	110 ...150	0,8 ... 2,6	2 .. 6	75 / 95
		200 ... 500	250 ... 600	105 ... 150	0,86 .. 3,8	2 .. 6	75 / 95
3	CRac 5 - 8	500 .. 800	300 ... 600	110 ... 170	1,55 .. 5,9	2 .. 6	75 / 95
		500 ... 800	300 ... 550	70 ... 120	0,82 .. 2,4	2 .. 6	15 / 65
4	CRac 8-14	800 .. 1400	300 ... 600	110 ... 180	2,5 .. 10,1	2 .. 6	75 / 95
		1300 .. 2100	300 ... 500	85 ... 140	1,8 .. 5,3	2 .. 6	15 / 65
5	CRac 14-21	1400 .. 2100	300 ... 600	108 ... 178	4,5 .. 15,5	2 .. 6	75 / 95
6	CRac 21-45	2100 .. 4500	300 ... 600	107 ... 165	6,6 .. 32	2 .. 6	75 / 95
		3710 .. 4400	300 ... 450	90 ... 125	5,10 .. 9,57	2 .. 6	15 / 65
7	CRac 40-60	4000 .. 6000	300 .. 600	150 .. 150	12,5 .. 44,2	2 .. 6	75 / 95

se pot realiza prin proiectarea unei game tipizate și modulate de cazane recuperatoare, care

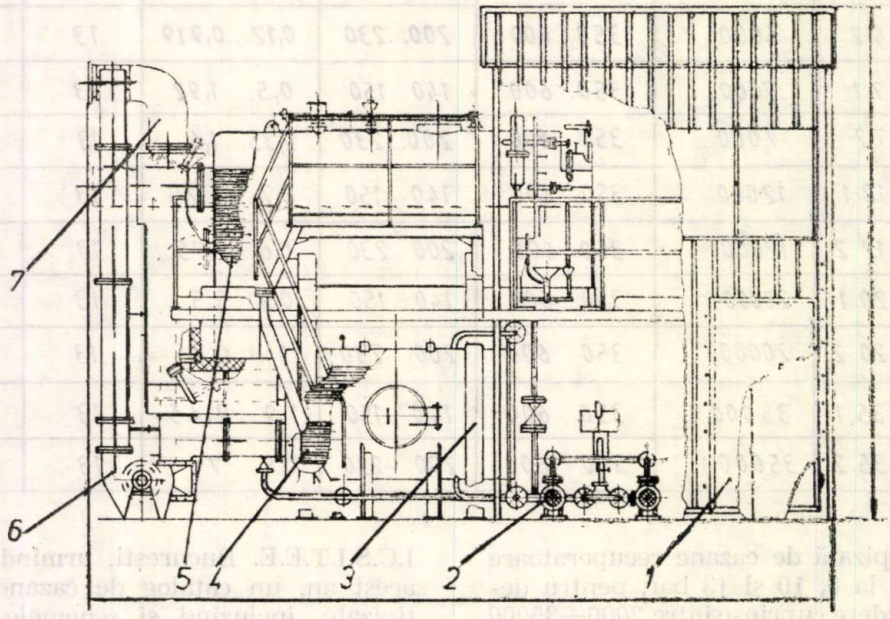


Fig. 4 Cazan recuperator tip RAB.
1 — panou AMCR ; 2 — instalație apă abur ; 3 — construcție metalică ; 4 — economizor ; 5 — vaporizator ; 6 — exhaustor ; 7 — camere de gaze.

să utilizeze țevi cu aripioare spiralate, încastrate, realizate de I.U.C. „Griviţa Roşie" după o tehnologie originală, țevi ce permit o extensie de suprafață de 5,5 ori (față de țevile lise), o reducere a consumului de metal de 30% și a manoperei de montaj cu circa 40%. Aceste

țevi sînt în curs de testare și omologare la I.C.S.I.T.E.E., din punct de vedere al caracteristicilor de schimb de căldură și al fiabilității în exploatare.

cesta constînd din țevi scăldate în exterior de apa fierbinte, gazele circulînd prin țevi), obținîndu-se abur saturat care trece în supraîncălzitorul de abur (format dintr-un fascicul

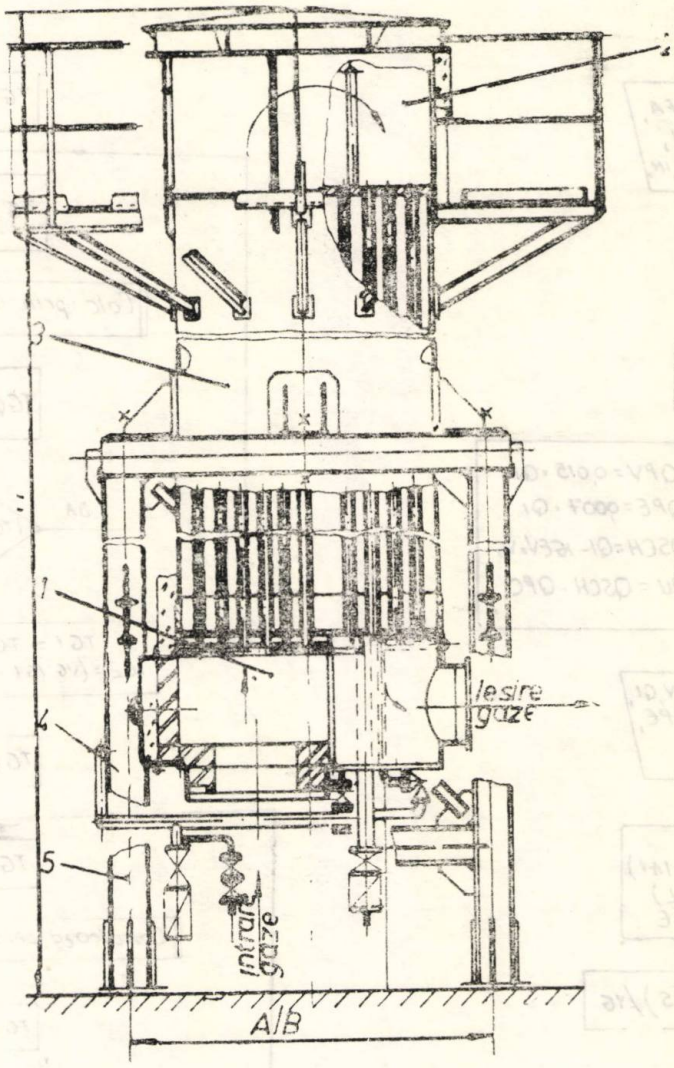


Fig. 5 Cazan recuperator pentru industria constructoare de mașini.

1 — cameră intrare-ieșire gaze ; 2 — cameră întoarcere gaze ; 3 — corp cazan ; 4 conducte aferente ; 5 — construcție metalică.

În cadrul cercetărilor privind recuperarea RER, au fost elaborate, testate și utilizate 14 programe REC pentru calculatorul IBM—360 [1]. Unele programe au fost utilizate pentru calculul termic al cazanelor ignitubulare de apă caldă, apă fierbinte sau abur tehnologic.

Programul REC 12 este destinat calculului termic al cazanelor recuperatoare ignitubulare de apă caldă și abur supraîncălzit. Acestea sînt formate din economizor, (sub forma unui fascicul de serpentine de țevi spălate în exterior de gazele de ardere) ; după economizor, o parte din apă este trimisă la consumator, iar o altă parte este introdusă în vaporizator (ade serpentine de țevi, spălate în exterior de gazele de ardere), aburul supraîncălzit fiind trimis la consumator. Programul a fost conceput în limbaj FORTRAN, pentru calculatorul electronic IBM — 360, dar cu posibilitatea trecerii rapide pe orice alt calculator, și urmărește cu fidelitate modelul matematic dat în lucrarea [2].

Deoarece, în timpul rulării programului, este necesară valoarea căldurii specifice a gazelor de ardere în diverse secțiuni ale cazanului, aceasta a fost introdusă ca un tablou bidimensional, funcție de excesul de aer α ($\alpha \in$

[1 ; 10] cu pasul $\Delta\alpha = 0{,}1$) și de temperatura gazelor de ardere ($t_{g_i} \in$ [273,15 ; 2273,15] cu pasul $\Delta t_{g_i} = 100$).

(temperatura gazelor de ardere la ieșirea din vaporizator) și t_{ev} (temperatura gazelor de ardere la ieșirea din cazan) se face folosind o

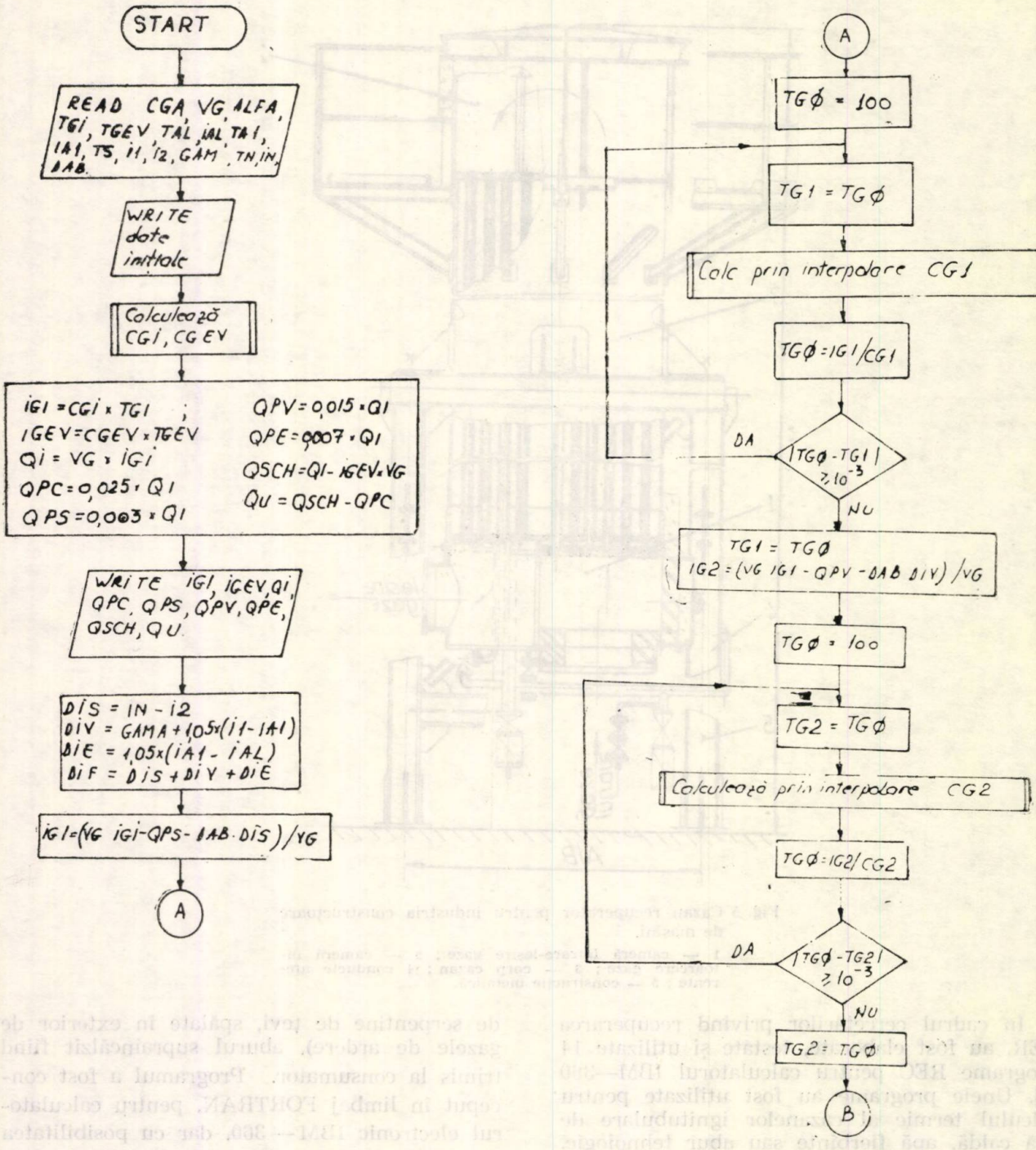
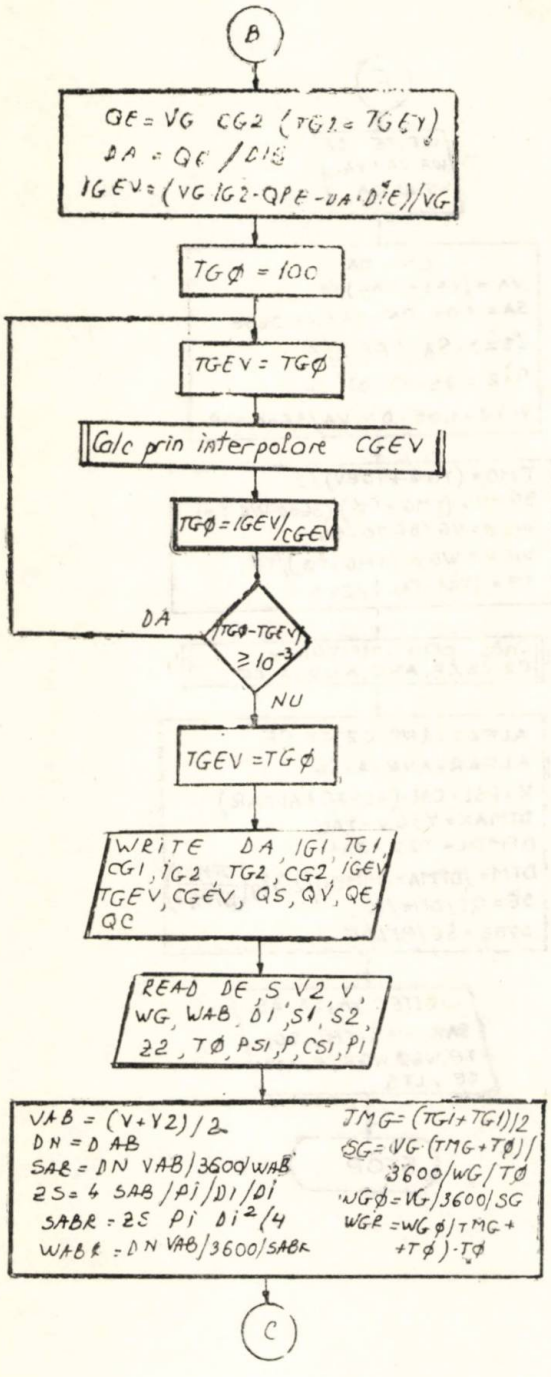


Fig. 6 Schema logică a programului REC 12 pentru calculul termic al cazanului recuperator de apă caldă și abur supraîncălzit.

Fiind calculată cu alt program, căldura specifică se introduce prin cartele de date.

Calculul mărimilor t_{g_1} (temperatura gazelor de ardere la ieșirea din supraîncălzitor), t_{g_2} metodă iterativă. Numărul maxim de iterații, impus în exploatarea de pînă acum a programului, a fost de 50, dar se poate mări după necesitate.

Schema logică a programului pentru calculul termic al cazanului recuperator de apă caldă



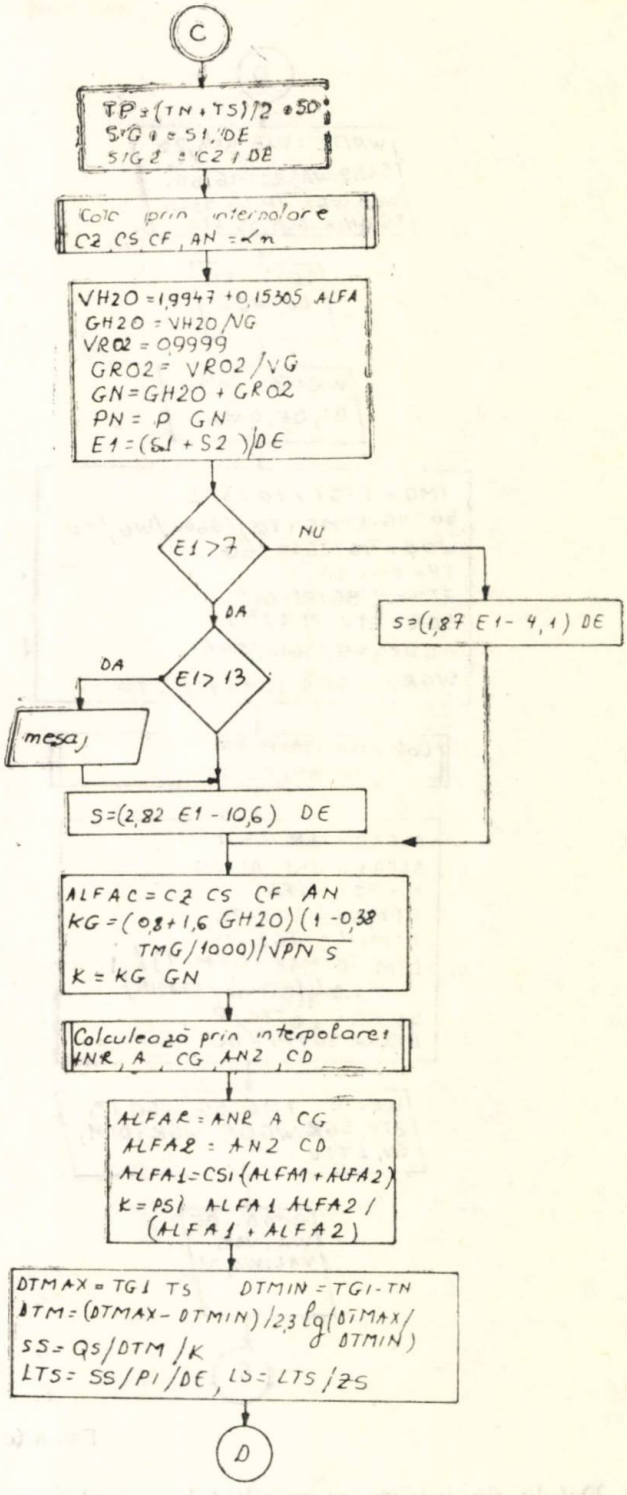


Fig. 6 (*continuare*)

și abur supraîncălzit este prezentată în figura 6.

În cazurile analizate pînă acum, acest număr maxim de iterații a fost suficient, procesul iterativ luînd sfîrșit cînd diferența între două valori succesive ale mărimii care se calculează este mai mică decît 10^{-4}.

Pentru fiecare din cele 3 secțiuni principale ale cazanului (economizor, vaporizator și supraîncălzitor), se dau anumite date, proprii

fiecăruia în parte, cum ar fi : diametrul exterior și interior al țevilor, viteza apei sau a aburului, după caz, și viteza gazelor de ardere.

Elaborarea modelului matematic și a programului de calcul a necesitat un volum mare de muncă.

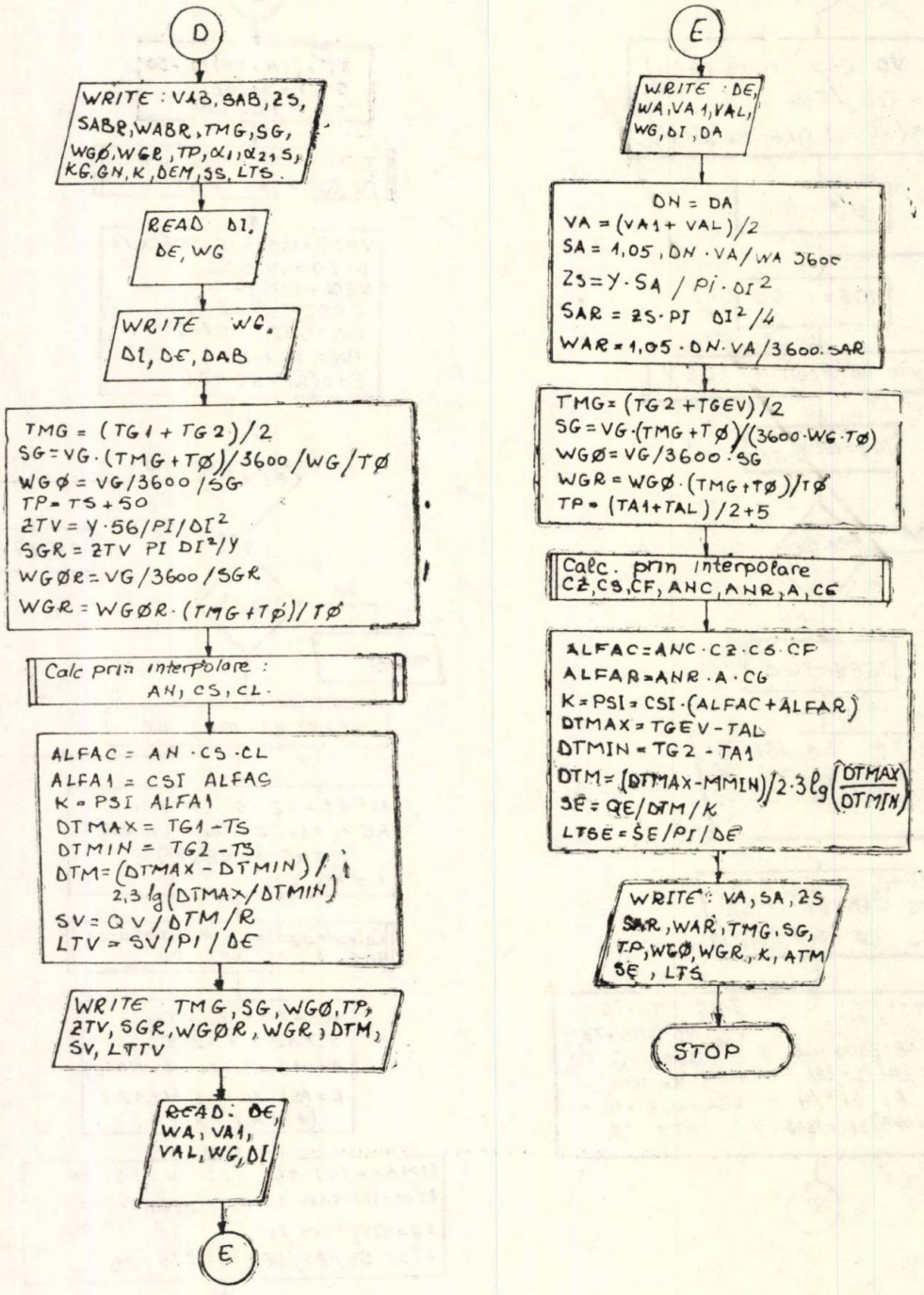


Fig. 6 (*continuare*)

Datele de intrare și rezultatele calculelor sînt tipărite în sistemul internațional de unități de măsură.

În cadrul schemei logice se prezintă, pas cu pas, modul de utilizare a programului de calcul.

Cu caracter exemplificator, menționăm că programul de calcul a fost utilizat și pentru proiectarea a trei tipuri de cazane recuperatoare de apă caldă și abur supraîncălzit, necesare recuperării căldurii gazelor de ardere evacuate de la 14 cuptoare tip tunel, pentru copt

pîinea, din cadrul I.M.P.P.F. — Prahova Ploiești.

Economia de combustibil care se obține prin realizarea și montarea celor trei tipuri de cazane recuperatoare la 14 cuptoare de copt pîinea, este de peste 1460 tcc/an.

Programul de calcul menționat permite calculul rapid și cu precizie ridicată al unui număr mare de tipodimensiuni de cazane recuperatoare similare, precum și analizarea funcționării acestor cazane în regimuri variabile de funcționare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Haiduc, C., Mirea, Mioara :* Programele de calcul REC÷REC 14 destinate cercetărilor privind recuperarea RER. Lucrare I.C.S.I.T.E.E. — București, 1986.

[2] *Haiduc, C., Mirea, Mioara, Giosan, I., Niculae, M., Cucea, D. :* Studiu privind realizarea recuperatoarelor de căldură cu randament îmbunătățit pentru 3 tipuri de cuptoare tunel de copt pîine în vederea obținerii apei calde și aburului tehnologic. Lucrare I.C.S.I.T.E.E. — București, 1986.

CZ : 621.18

Modernizarea vaporizatorului și a sistemului de ghidare — dilatare la cazanele de 1035 t/h pe combustibil lignit

Ing. Romeo **VARGOLICI**, ing. Toma **MĂLDĂRESCU** — I.C.S.I.T.E.E. București

În perioada 1975—1986 au fost puse în funcțiune 10 grupuri energetice de 330 MW, prevăzute cu cazane de abur de 1035 t/h, din care 4 grupuri în centrala termoelectrică Rovinari și 6 grupuri în centrala termoelectrică Turceni. În anul 1987, se va pune în funcțiune grupul nr. 7 din C.T.E. Turceni, respectiv ultimul grup de 330 MW dotat cu cazan de 1035 t/h — lignit. Cazanele au fost construite de Întreprinderea Vulcan după licența Babcock-Wilcox R.F.G.

În perioada de peste 11 ani de exploatare a cazanelor de 1035 t/h au rezultat următoarele concluzii :

— disponibilitate redusă de 4200—5500 ore/an, față de circa 7000 ore/an la cazane similare din străinătate ;

— fiabilitate scăzută la unele echipamente auxiliare, în principal la mori de cărbune, pompele de alimentare, ventilatoare și electrofiltre.

Disponibilitatea scăzută a cazanelor s-a datorat, în special spargerilor de țevi repartizate procentual : 52% la vaporizator și 48% în sistemul convectiv.

Din totalul spargerilor la vaporizator, circa 70% s-au produs la partea superioară a acestuia. În figura 1 și 2 sînt prezentate distribuțiile spargerilor la vaporizator la cazanele nr. 3 Turceni și, respectiv, nr. 5 Rovinari, în anii 1985 și 1986, considerate ca reprezentative.

Cauzele principale ale spargerilor de țevi la vaporizator au fost datorate, îndeosebi, nerespectării prescripțiilor de exploatare (la partea inferioară, respectiv la pîlnie, spargerile au fost determinate și de acțiunea erozivă a cenușii).

Aceste cauze sînt :

— exploatarea de durată a cazanelor la sarcini parțiale, în condițiile nefuncționării buclei de reglaj combustibil-apă.

Sarcina redusă a cazanelor s-a datorat, în special, disponibilității scăzute a morilor de cărbune (2,7 ÷ 3,8, față de minimum 4) și fiabilității scăzute la ventilatoare, în special la cele de gaze de ardere scăderea fiabilității ventilatoarelor de gaze fiind determinată la rîndul ei de întreținerea și exploatarea necorespunzătoare a electrofiltrelor. În aceste condiții de exploatare, fără funcționarea instalației de automatizare, partea superioară a vaporizatorului (oțel 16 Mo 3/III) s-a transformat în suprafață de supraîncălzire de radiație, temperatura admisă a metalului a fost depășită în repetate rînduri cu valori de peste 100°C, consecința finală fiind spargerea preponderentă a țevilor (∅ 32 × 4,5 — 16 Mo 3/III la partea superioară, fig. 1 și fig. 2) ;

— numărul foarte mare de opriri și porniri în care se înregistrează regimuri de funcționare tranzitorii, multe din aceste regimuri fiind însoțite de șocuri termice ;

— dilatări necontrolate ale cutiei vaporizatorului, ca urmare a asimetriei focului în cazan și a pierderilor mari de apă determinate de funcționarea cu cazanul spart (în special cu spargeri în zona convectivă) ;

— calitatea necorespunzătoare a țevilor (defecte în metalul de bază și defecte de laminare) ;

— deficiențele din uzină la sudarea platbenzii pe generatoarea țevilor, care au condus la cordoane neuniforme sau întrerupte și în unele cazuri la perforarea peretelui țevii, urmare în special a variațiilor de tensiune și nerespectării parametrilor de lucru la mașinile automate de sudat;

— dimensionarea la limită de către licențiator a grosimii peretelui țevilor ∅ 32 × 4,5 — 16 Mo 3/III.

Analizînd ponderea acestor cauze privind spargerile la vaporizator, se poate aprecia ca determinantă prima cauză menționată.

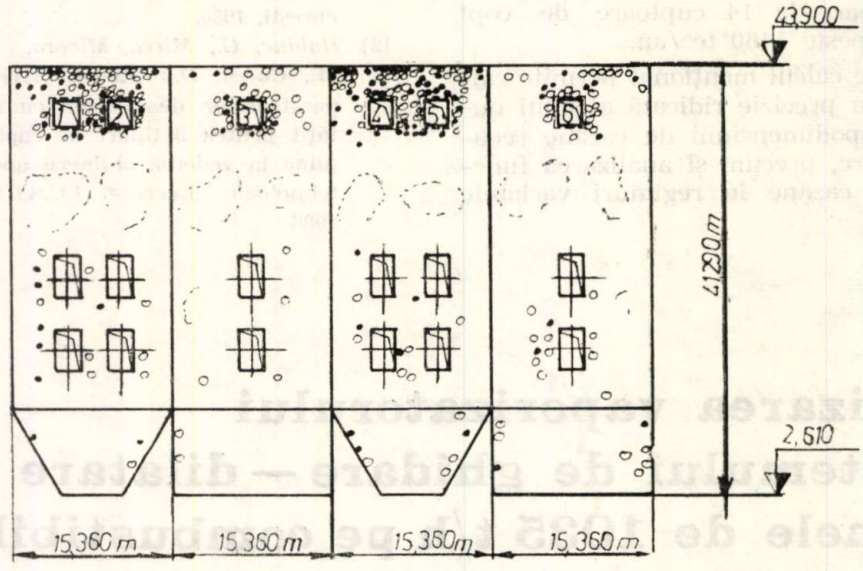


Fig. 1 Distribuția spargerilor în zona superioară a vaporizatorului pentru cazan 1035 t/h — nr. 3 C.T.E. Turceni.

● spargeri 1985 ;
○ spargeri 1986 ;
◌ zone voalate.

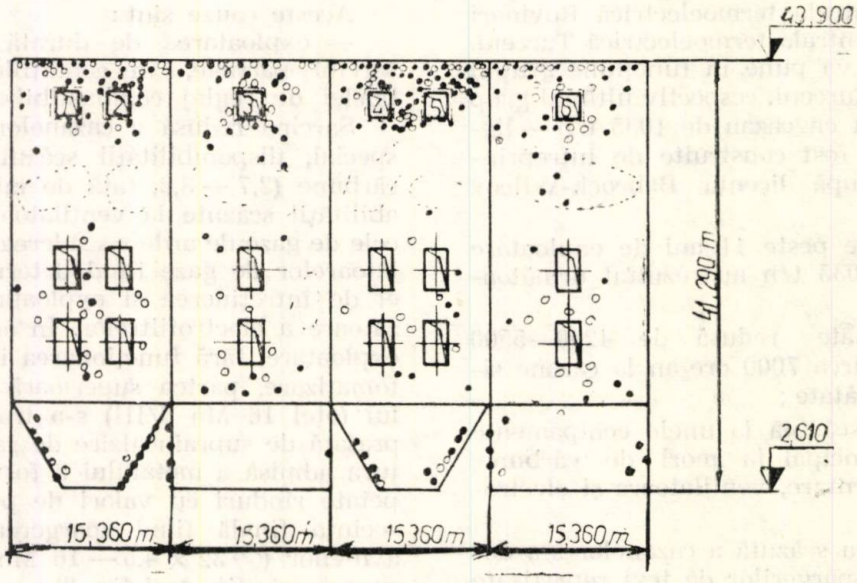


Fig. 2 Distribuția spargerilor în zona superioară a vaporizatorului pentru cazan 1035 t/h — nr. 5 C.T.E. Rovinari.

● spargeri 1985 ;
○ spargeri 1986 ;
◌ zone voalate.

Pentru a ridica disponibilitatea cazanului, s-a hotărît înlocuirea eșalonată a actualelor vaporizatoare construite din țeavă ∅ 32 × 4,5 — 16 Mo 3/III cu aripă sudată pe generatoarea țevilor (fig. 3), cu vaporizatoare construite din țevi ∅ 32 × 5,5 — 16 Mo 3/III avînd aripile realizate din laminare (fig. 4).

După asimilarea în țară a acestor țevi, s-a trecut (în anul 1986) la aplicarea lor pe cazanele nr. 6 din C.T.E. Rovinari și nr. 1 din C.T.E. Turceni.

Înlocuirea vaporizatorului s-a făcut concomitent cu modernizarea sistemului de dilatare-ghidare al acestuia.

Vaporizatorul construit din țevi cu aripi sudate

Calcule de dimensionare pentru vaporizatorul executat din țevi cu aripi sudate pe generatoare. Aceste calcule au fost realizate în trei etape de către firma Babcock-R.F.G. de la care s-a cumpărat licența, astfel :

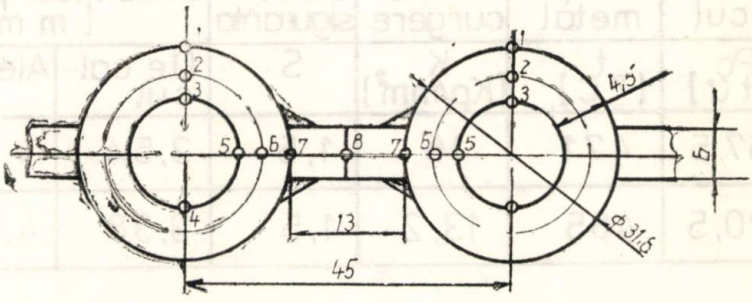


Fig. 3 Soluția constructivă a pereților membrană din țevi Ø 32 × 4,5 și aripă (platbandă) sudată pe generatoare.
Material 15 Mo 3/III 1 ... 8 punctele fibrelor analizelor de calcul.

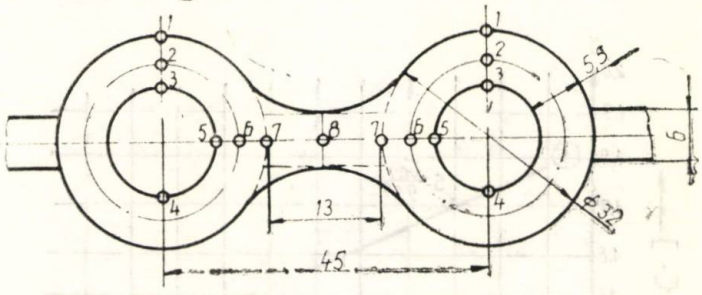


Fig. 4 Soluție constructivă a pereților membrană din țevi Ø 32 × 5,5 cu aripi laminate.
Material 16 Mo 3/III 1 ... 8 punctele fibrelor analizelor de calcul.

În sistemul inițial de ghidare aplicat de licențiator, pendulii bandajelor se sprijineau pe pereții membrană ai vaporizatorului, prin intermediul unor bolțuri, profile „U" și bride, acestea din urmă sudate direct pe țevi.

Sistemul modernizat al rigidizării pereților vaporizatorului, respectiv sistemul de dilatare-ghidare al vaporizatorului, a fost preluat după soluția aplicată ulterior de firma Babcock—R.F.G., la cazanele asemănătoare din centrala termică Șoștani (R.S.F. Iugoslavia). Prin acest sistem, fixarea pendulilor la pereți se realizează prin intermediul unor piese sudate pe benzile de susținere ale vaporizatorului, evitîndu-se astfel sudurile pe țevi.

Calculele au fundamentat decizia luată privind înlocuirea actualelor vaporizatoare (necesarul de echipament pentru un cazan reprezintă 363 tone pentru vaporizatorul propriu-zis și 163 tone pentru sistemul de susținere-dilatare-ghidare).

— **etapa 1** calculul vaporizatorului pentru sarcinile de 100% și 40%, în care țevile sînt analizate ca elemente tubulare singulare, supuse presiunii interioare, fără a se lua în considerare eforturile spațiale la care țevile sînt solicitate în soluția constructivă cu platbenzi sudate pe generatoarea țevilor [1]. Premisele de calcul și rezultatele acestuia sînt prezentate în tabelul 1 (calculul a fost realizat în anul 1968. Se observă că pentru a compensa eforturile mecanice și termice care solicită țevile în peretele membrană cu țevi sudate pe generatoare, firma Babcock a luat în considerare, la calculul țevilor singulare, valori majorate pentru presiunea de calcul (267,5 ata față de 219 ata, valoare rezultată din calculul termic), pentru temperatura fluidului (389°C față de 379°C valoare rezultată din calculul termic), precum și pentru temperatura peretelui țevii ;

— **etapa 2** calculul pereților vaporizatorului avînd platbanda sudată pe generatoarea țevilor s-a efectuat pentru zona superioară a acestuia (zona gurilor de prelevare a gazelor de ardere).

Premizele si rezultatele calculului de rezistentă pentru țeava singulară, conform calculelor firmei Babcock - 1968

Tabelul 1

Sarcina cazan	Pres. calcul	Temp. metal	Limita curgere	Coef. siguranta	Grosimea peretelui [mm]		
	P_c [atü]	t [°C]	K [Kp/mm²]	S	De calcul	Aleasa	Efectiva
100 %	267,5	471	16	1,5	3,54	4,5	3,825
40 %	220,5	485	13,2	1,5	3,38	4,5	3,825

Rezultatele calculului efectuat de firma Babcock în 1978 pentru această zonă este prezentat în figura 5, sub formă de diagrame [2].

În aceste calcule, se au în vedere doar eforturile mecanice echivalente ce se dezvoltă în fibrele interioare ale țevilor, supuse la presiune interioară, și solicitări datorită greutății sistemului suspendat pe țevi.

Ipotezele încărcărilor acestei variante de calcul sînt după cum urmează :

— presiunea de calcul 220 atii (rezultată din calculul termic), deci mult inferioară presiunii de calcul (265 atii) considerată în 1963 ;

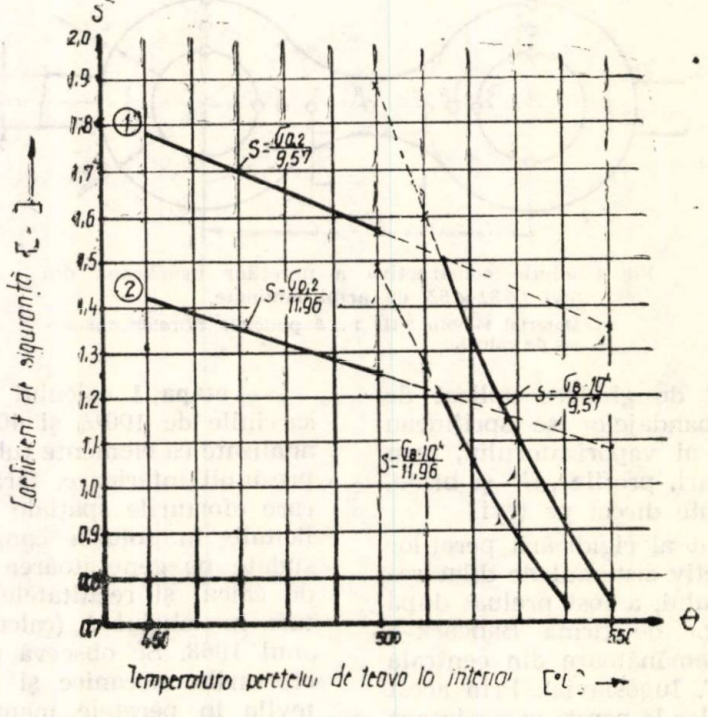


Fig. 5 Diagramele firmei Babcock privind variația coeficientului de siguranță al țevilor, la solicitări mecanice, în funcție de temperatura metalului, conform calculelor firmei Babcock din anul 1978.

— țeavă ∅ 31,8×4,5 ;
— material 15 Mo 3 ;
P = 220 atm. ;
(1) perete lateral ;
(2) perete front-spate.

— greutatea autoportantă, de 8 tf/m a rezultat — pentru peretele front — din diagramele teoretice de încărcare a peretelui, ela-

borate de firma Babcock pentru montarea suporților de efort constant ;

— la ridicarea curbelor ce stabilesc coeficienții de siguranță ai țevilor în funcție de temperatură, s-a avut în vedere doar efortul unitar echivalent la solicitări mecanice cu valoarea de 11,96 kp/mm^2 stabilit pentru grosimea aleasă a peretelui (4,5 mm).

Analizîndu-se critic premizele încărcărilor de calcul enumerate, rezultă că acestea și în mod deosebit presiunea de calcul au fost stabilite la valorile lor inferioare deci fără rezerve de calcul.

În afară de aceasta, diagramele rezultatelor de calcul, elaborate în anul 1978, au analizat coeficienții de siguranță ai țevilor, numai prin efectul eforturilor echivalente la solicitări mecanice, fără a se avea în vedere și eforturile datorate solicitărilor termice.

— **în a treia etapă** s-au efectuat calculele privind analiza efortului **echivalent la solicitări mecanice și termice** în țevile vaporizatorului, pe toată înălțimea lui. Această analiză este furnizată tot sub forma unor rezultate de calcul prezentate ca diagrame ale coeficienților de siguranță, în funcție de încărcările pereților, datorate greutăților proprii și suplimentare ale părților suspendate [3].

Concluzii referitoare la calculele efectuate de firma Babcock. Calculele au avut în vedere solicitările termice și mecanice care apar în pereții membrană, la regimuri de funcționare normală a cazanului (sarcini constante, funcționarea echipamentului de automatizare etc.). În consecință, dimensionarea peretelui țevilor, la care în conformitate cu prevederile TRD—301, nu se iau în considerație abaterile negative de grosime, s-a făcut fără rezerve de calcul la partea superioară a vaporizatorului (zona sfîrșitului de vaporizare). Este de subliniat faptul că în această zonă solicitările mecanice înregistrează valori maxime mai ales în situația frecventă de exploatare de la IE Rovinari și IE Turceni unde ca urmare a faptului că nu a funcționat bucla de reglare focapă alimentare, sfîrșitul de vaporizator a putut deveni supraîncălzitor.

La situația defavorabilă de mai sus au putut contribui și eventualele defecte ale cordoanelor de sudură ale platbenzilor cu generatoarea țevilor (adîncime de pătrundere neuniformă sau depășită).

Calcule de dimensionare elaborate de I.C.S.I.T.E.E. pentru vaporizatorul construit din țevi cu aripi laminate

Ipotezele de calcul. Ținînd seama de frecvența mare a spargerilor țevilor de vaporizator în zona superioară a focarului (zona prelevărilor de gaze la mori), evidențiate în figura 1 și figura 2, și avîndu-se în vedere că dimensionarea grosimii de perete pentru țevi în această zonă a fost făcută de Babcock la limită, fără rezerve de grosime, s-a întocmit de către I.C.S.I.T.E.E. calculul de rezistență a țevilor vaporizatorului pentru zona superioară a focarului în următoarele ipoteze de calcul :

— încărcările exterioare și solicitările interioare luate în considerare sînt specifice zonei sfîrșitului de vaporizare — zona superioară a focarului — unde încărcările exterioare au valori maxime, iar temperaturile fluidului de lucru (emulsia apă-abur sau aburul) au valori maxime la sarcini parțiale ;

— calculul de rezistență a țevilor a avut în vedere analiza eforturilor spațiale (circumferențiale, axiale și radiale), la care sînt supuse țevile în contextul peretelui membrană sudat. Aceste eforturi se datoresc tuturor solicitărilor mecanice și termice, exterioare și interioare, deci ținîndu-se seama de toate categoriile de solicitări ce apar în condiții de funcționare staționară, fără șocuri termice și cu respectarea parametrilor funcționali din proiect ;

— distribuția temperaturilor și a eforturilor termice în ansamblul țeavă-membrană s-a făcut aplicîndu-se metodologia de calcul și programul de calcul SOL 020 elaborat de I.C.S.I.T.E.E. pentru pereții membrană din țevi cu aripi laminate [4] ;

— distribuția eforturilor datorită solicitărilor mecanice s-a făcut aplicîndu-se metodologia de calcul din lucrarea nr. 258 (CIM)/1981, elaborată de I.C.S.I.T.E.E. în colaborare cu I.P.B., catedra de rezistența materialelor [5] — precum și programul de calcul NDR 50 [6] realizat de I.C.S.I.T.E.E., valabil pentru pereți membrană cu țevi orizontale și cu platbenzi sudate pe generatoarea țevilor. Aceasta este considerată ca o metodă de calcul suficient de exactă pînă la elaborarea unei metodologii noi de calcul, prin care se va stabili mai exact distribuția eforturilor mecanice în pereții membrană din țevi cu aripi laminate ;

— calculele privind verificarea eforturiior mecanice și termice, precum și distribuția temperaturilor în ansamblul țeavă-aripă (membrană), s-au întocmit pentru țevi $\varnothing 32 \times 5{,}5$, cu abatere negativă la grosimea peretelui de — 10% (grosimea efectivă 5 mm) — material 16 Mo 3 — cu caracteristici mecanice conform STAS 8184/80 în diferite regimuri funcționale și de încărcări după cum urmează :

A — regim de funcționare la sarcina nominală — tabel 2 și tabel 3, cu următoarele ipoteze de încărcări :

— presiunea de calcul : 237,5 kgf/cm^2 (23,28 MPa) stabilită după prescripțiile normei de calcul NDR 1 — I.C.S.I.T.E.E. ;

— încărcarea liniară a țevilor, în zona superioară a vaporizatorului : 8 tf/m ($78{,}48 \cdot 10^3$ N/m), rezultată din diagramele de încărcări ale pereților front și spate, transmise de Babcock în 1978.

Premizele de calcul și eforturile unitare mecanice în țevi cu aripi laminate. Calcule ICSITEE-1987 pentru zona superioară focar, la sarcina nominală

Tabelul 2

Pres interioară	Pres. gaze	Masa sarc.supli.	Lăț.panou înălțime	Tipul țevii	Mat. tv. Mat.plat b.	Nr. țevi panou
23,28 MPa	2500 N/m^2	78480 $\frac{N}{m}$	1,93 m	$\phi 32 \times 5,5$	16 Mo 3	25
			1,10 m		16 Mo 3	

Efort unitar N/mm^2		Punctele 1	3	5	7
Circumferențiale	Presiunea interioară	41,7	65,0	65,0	41,7
	Masa+sarcini suplimentare	-25,7	51,2	-73,8	60,2
	Presiunea exterioară gaze	1,5	-3,7	10,8	-8,4
Axiale	Presiunea interioară	19,6	19,6	19,6	19,6
	Masa+sarcini suplimentare	—	—	—	—
	Presiunea exterioară gaze	22,5	16	5,6	5,6
Radiale din presiune interioară		0	-23,28	-23,28	0

Ulterior s-a reproiectat suspensia elastică de la nivelul prelevărilor de gaze, pentru a se reduce încărcarea pereților front-spate, la acest nivel ;

— fluxul termic mediu din focar stabilit după datele calculului termic al cazanului ;

— coeficienții de convecție de la peretele țevii la fluidul interior, stabiliți după diagramele de calcul din programul SOL 020 — I.C.S.I.T.E.E. Au fost analizate eforturile mecanice și termice precum și distribuția temperaturilor în punctele 1, 3, 5, 7, din ansamblul țeavă-aripă (fig. 4).

Conform acestor ipoteze de calcul (pe care le considerăm ca ipoteze de bază ale calculului de rezistență din zona superioară a vaporizatorului), a rezultat că efortul unitar echivalent la solicitări mecanice are valoarea maximă de 117,9 N/mm^2 și se realizează în punctul 3 (fibra interioară).

Aici coeficientul de siguranță la încărcări mecanice rezultă 1,52, față de limita de curgere a materialului (180 N/mm^2) pentru temperatura din punctul respectiv. De asemenea, efortul unitar echivalent la solicitări combinate mecanice și termice (179,64 N/mm^2) se situează sub valoarea limitei de curgere din același punct.

B — În condițiile funcționării la sarcina de 40%, s-au analizat eforturile mecanice, temperaturile și eforturile termice în punctele 1, 3, 5, 7 (tab. 4 și tab. 5).

La sarcina minimă (40%), se realizează regimurile termice cele mai ridicate pentru fluidul interior și corespunzător pentru metalul țevilor. Ca ipoteze de calcul au fost considerate :

— presiunea și temperatura fluidului interior corespunzător calculului de rezistență întocmit de Babcock în 1968 ;

— încărcările liniare conform diagramelor de încărcări Babcock 1978 ;

— fluxul termic rezultat din calculul termic pentru sarcina de 40%.

În aceste ipoteze de calcul, rezultă un efort echivalent mecanic maxim pentru fibra interioară 3, cu valoarea de 112,5 N/mm^2, mai mic decît efortul admisibil al materialului în același punct (115,33 N/mm^2) realizîndu-se astfel — pentru această fibră — un coeficient de siguranță de 1,537, față de limita de curgere de la temperatura punctului 3 (173 N/mm^2).

De asemenea, efortul unitar echivalent maxim pentru solicitări combinate, mecanice și termice, se dezvoltă tot pe fibra 3 (145,98 N/mm^2) și are valoarea mai mică decît limita de curgere a materialului din acel punct.

În afara celor două situații de calcul din tabelele 2, 3, 4, 5, pentru eforturile mecanice și termice din punctele 1, 3, 5, 7 ale țevilor

Eforturi unitare echivalente și coeficienți de siguranță în țevi cu aripi laminate. Calcule ICSITEE — 1987 pentru zona superioară focar, la sarcina nominală

Tabelul 3

Sortiment țeavă		$\phi 32 \times 5,5$ – 16 Mo3/ III			
Eforturi unitare cumulate N/mm²		Punctele			
		1	3	5	7
Solicitări mecanice	Circumferențiale	17,6	112,5	1,9	93,6
	Axiale	42,1	35,6	25,2	25.2
	Radiale	0	- 23,28	-23.28	0
	Echivalente (σ_{vm})	36.6	117,9	42	83,9
	Efort admisibil (σ_a)	115,47	120	120,53	117.33
Solicitări termice	Circumferențiale	- 54,4	68,2	12,7	- 3,6
	Axiale	-132,6	10,6	36,3	-26,5
	Radiale	0	0	0	0
Total mecanice + termice	Circumferențiale	- 36,8	180,7	14,6	90
	Axiale	- 90,5	46,2	61,5	- 1,3
	Radiale	0	- 23,28	-23,28	0
Eforturi echivalente mecanice și termice σ_{vmk}		78,86	179,64	73,58	90,65
Coeficienți de siguranță calculați $\frac{\sigma_c}{\sigma_{vm}}$		4,73	1,52	4,3	2,09
Coeficient de siguranță admis		1,5 (1,2)			

Premizele de calcul și eforturile unitare mecanice în țevi cu aripi laminate. Calcule ICSITEE — 1987 pentru zona superioară focar, la sarcina de 40%

Tabelul 4

Presiunea interioară	Presiunea gaze	Masa Sarc. supl.	Lăț. panou Înălțime	Tipul țevii	Mat. tv / Mat. plat b.	Nr. țevi pe panou
21,62 MPa	2500 $\frac{N}{m^2}$	78480 $\frac{N}{m}$	1,93 m / 1,10 m	$\phi 32 \times 5,5$	16 Mo3 / 16 Mo3	25

Efort unitar N/mm²		Punctele			
		1	3	5	7
Circumferențiale	Presiunea interioară	38,8	60,4	60,4	38,8
	Masa+sarcini suplimentare	- 25,7	51,2	- 73,8	60,2
	Presiunea exterioară gaze	1,5	- 3,7	10,8	8,4
Axiale	Presiunea interioară	18,2	18,2	18,2	18,2
	Masa+sarcini suplimentare	–	–	–	–
	Presiunea exterioară gaze	22,5	16	5,6	3,9 + 1,7
Radiale din presiunea interioară		–	- 21,62	-21,62	–

Eforturi unitare echivalente și coeficienți de siguranță în țevi cu aripi laminate. Calcule ICSITEE — 1987 pentru zona superioară focar la sarcina de 40%

Tabelul 5

Sortiment țeavă		ϕ 32 x 5,5-16 Mo 3/III			
Eforturi unitare cumulate N/mm²		Punctele			
		1	3	5	7
Solicitări mecanice	Circumferențiale	14,6	107,9	-2,7	90,6
	Axiale	40,7	34,2	23,8	23,8
	Radiale	0	-21,62	-21,62	0
	Echivalente σ_{vm}	35,7	112,5	39,5	81,4
	Efort admisibil (σ_a)	112,8	115,33	116,59	114,67
Solicitări termice	Circumferențiale	-25,8	29,9	1,8	3
	Axiale	-100,8	-23,6	15,8	-13,7
	Radiale	0	0	0	0
Total mecanice + termice	Circumferențiale	-11,2	137,8	-0,9	93,6
	Axiale	-60,1	10,6	39,6	10,1
	Radiale	0	-21,62	-21,62	0
Eforturi echivalente mecanice + termice σ_{vmk}		55,36	145,98	53,89	38,98
Coeficienți de siguranță calculați $\frac{\sigma_c^t}{\sigma_{vm}}$		4,74	1,537	4,42	2,113
Coeficient de siguranță admis		1,5(1,2)			

de vaporizator din zona superioară a focarului (zona prelevări gaze) s-au mai efectuat o serie de analize de calcul pentru țeava ∅ 32 × 5,5 — 16 Mo 3 — aleasă pentru această zonă. Rezultatele acestor analize de calcul sînt prezentate în figurile suplimentare după cum urmează :

— curbele de variație a coeficentului de siguranță în funcție de temperatura metalului, pentru fibra interioară a țevii (punct 3) în care se realizează valorile maxime ale eforturilor unitare echivalente la solicitări mecanice (fig. 6). Curbele au avut în vedere diferitele presiuni de calcul ale fluidului interior.

Se constată că pentru presiunea de calcul 23,28 MPa (calculul de bază pentru sarcina nominală), la o creștere a temperaturii peretelui peste 415°C, coeficientul de siguranță scade sub valoarea admisibilă de 1,5.

Din diagrama 2, figura 5, se constată că pentru temperaturi ale metalului de 450°C pe fibra interioară (situație frecvent întîlnită la funcționarea fără bucla de automatizare a sarcinii) coeficientul de siguranță scade pînă la valoarea de 1,42.

Aceeași diagramă pune în evidență, o dată în plus, necesitatea respectării obligatorii a regimurilor termice, pentru fluidul din interiorul țevilor, deci obligativitatea exploatării cazanului cu bucla de automatizare a sarcinii în funcțiune.

— analiza distribuției temperaturilor și eforturilor termice în ansamblul țeavă-aripă al peretelui vaporizatorului — zona prelevări gaze — pentru sarcina nominală a cazanului (fig. 7, tab. 6) ;

— aceleași analize, dar pentru regimul de funcționare a cazanului la sarcina minimă (40%), regim la care cresc temperaturile fluidului interior și, corespunzător, cele ale metalului (fig. 8, tab. 7) ;

— analiza efortului echivalent mecanic din fibra cea mai solicitată pentru încărcarea peretelui frontal de 5 tf/m ($49{,}05 \cdot 10^3$ N/m)

la jumătatea înălțimii focarului (fig. 4, tab. 8, tab. 9).

Concluzii ale calculelor de rezistență elaborate de I.C.S.I.T.E.E.

a — În analizele de calcul efectuate, s-a considerat distribuția eforturilor mecanice în pereții membrană din țevi cu aripi laminate aceeași cu distribuția din pereții membrană cu platbandă sudată. Metoda se consideră acoperitoare din punctul de vedere al calculului (pînă la punerea la punct a unei metodologii exacte pentru distribuția eforturilor mecanice în țevi cu aripi laminate), deoarece, așa cum s-a constatat din tabelele 3 și 5, efortul unitar echivalent mecanic maxim apare în fibra interioară a țevii, situată la un unghi de 90° față de generatoarea prevăzută cu aripi. De asemenea este cunoscut faptul că la momentele de încărcare ce apar în încastrarea dintre țeavă și aripă, fibra laminată (cazul aripei) lucrează mai bine decît sudura din membrana sudată.

b — Calculele de verificare la rezistență a peretelui de vaporizator, prezentate în capitolul anterior, au avut în vedere zona superioară a vaporizatorului (sfîrșitul de vaporizare sau zona prelevărilor de gaze la mori), unde încărcările exterioare ale țevilor înregistrează valori maxime, iar temperaturile fluidului interior pot, de asemenea înregistra cele mai mari valori datorită variației pe înălțimea focarului a punctului de sfîrșit de vaporizare, fenomen specific funcționării cazanelor tip Benson.

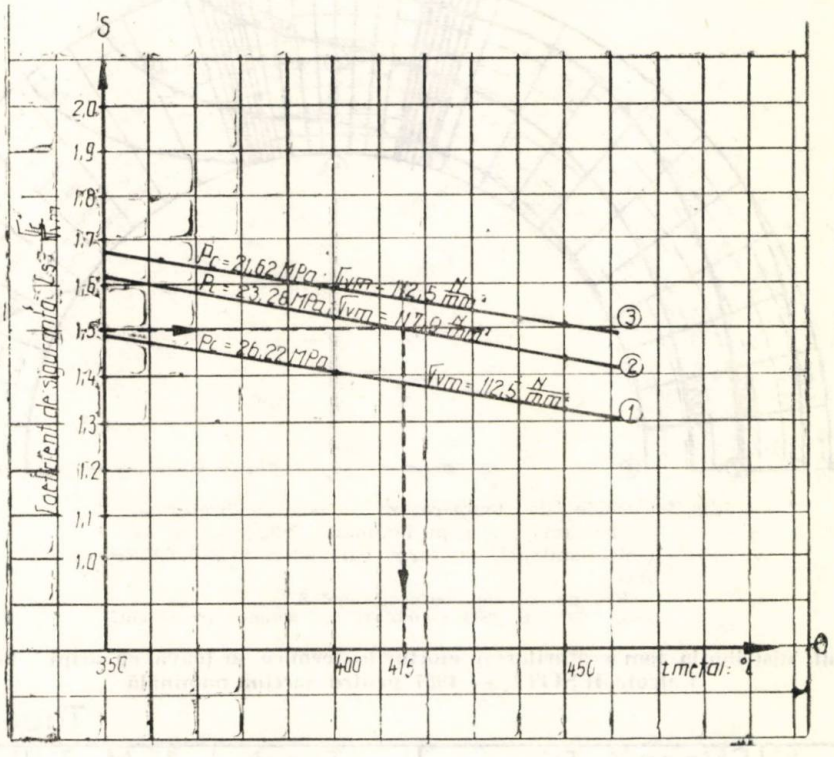


Fig. 6 Diagramele de variație a coeficienților de siguranță ai țevilor, la solicitări mecanice, în funcție de temperatura metalului, pentru diferite presiuni de calcul conform calculelor I.C.S.I.T.E.E./ 1987.

— țeavă ∅ 32×5,5 ;
— material 16 Mo 3/III ;
— încărcare 71480 N/mm ;
(1) P_c = 26,22 MPa ;
(2) P_c = 23,28 MPa ;
(3) P_c = 21,62 MPa.

c — Calculele au arătat că, pentru această zonă, peretele membrană din țevi cu aripi laminate (∅ 32 × 5,5 — material 16 Mo 3) răspunde solicitărilor mecanice și termice, în condițiile unor coeficienți de siguranță de minimum 1,52, la sarcina nominală, și 1,537 — la sarcina minimă de 40%, stabiliți pentru fibra cea mai solicitată a țevii, în funcție de limita de curgere a materialului la temperatura din această fibră.

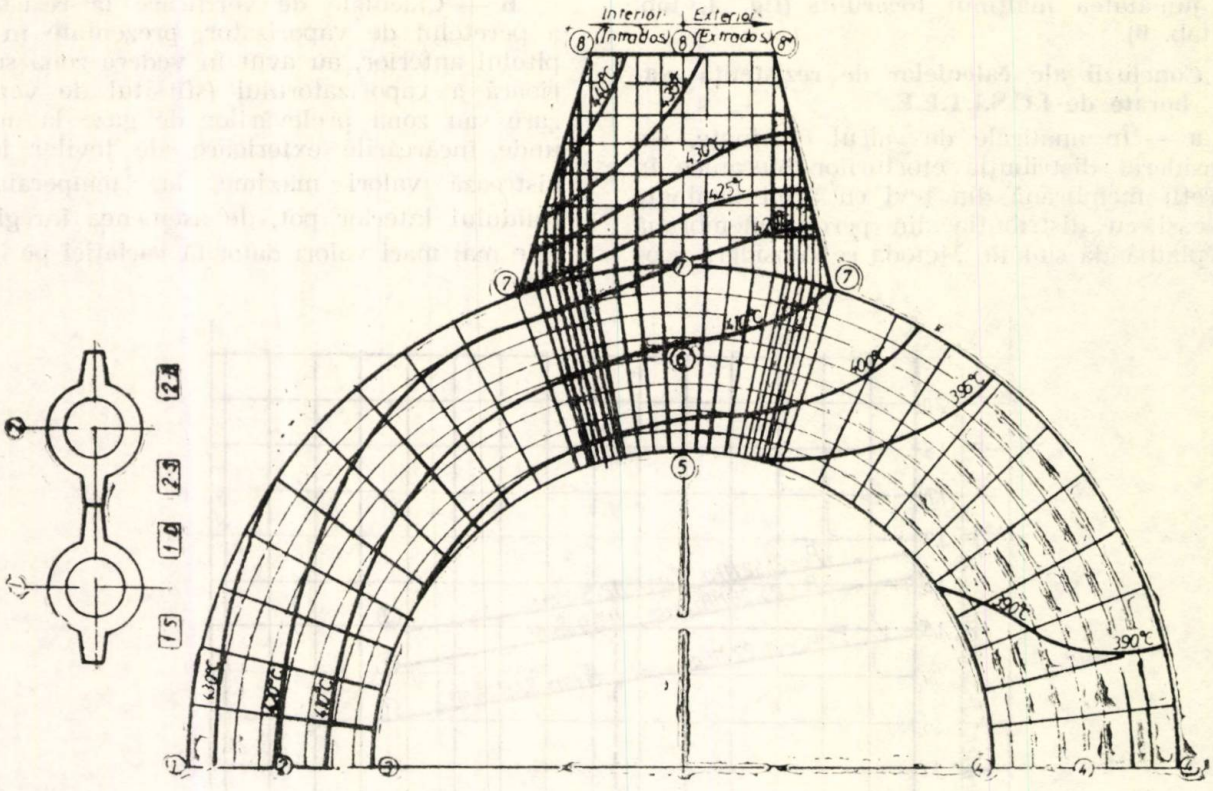


Fig. 7 Curbele de temperatură constantă (izotermele) pentru țevi cu aripi laminate ∅ 32 × 5,5 la sarcina nominală, conform calculelor I.C.S.I.T.E.E./ 1987.
datele de calcule conform tabel 6 ;
1-S, 1-D, 2-S, 2-D simboluri ale zonelor de calcul.

Premizele de calcul, distribuția temperaturilor și eforturile termice în țeava cu aripi laminate (fig. 7). Calcule ICSITEE — 1987 pentru sarcina nominală

Tabelul 6

Țeavă		Stînga (1-D)				Mat.	Țeavă		16 Mo 3/III							
Aripă		Stînga					Aripă		16 Mo 3/III							
Încar. termică intrados	Flux de rad.	kW/m²	218,415			Încar. termică extrados	Flux de rad	kW/m²	–							
	Coef. de conv.	W/m	—				Coef. de conv.	W/m	–							
	Temp. gaze	°C	—				Temp. gaze	°C	–							
Fluid interior					Coef. de conv. în W/m²					Temperatura în °C						
Fluid apă în zona pct. critic					28866					389						
Punctul		1	2	3	4'	4	4"	5	6	7'	7	7"	8'	8	8"	
Temp. în °C		434	419	400	389	390	390	396	408	424	419	410	443	436	433	
Tens. term. în N/mm²	σ_r	–	5,5	–	–	1,2	–	–	3,3	-2,4	–	2,4	-77,5	–	77,4	
	σ_t	-54,4	-4,4	68,2	6,6	-0,05	-2,1	12,7	-2,2	-16,6	-3,6	-40	–	–	–	
	σ_z	-132,6	-66,6	10,6	83,2	89	96,1	36,3	1,2	-57,7	-26,5	-1	-114,4	-65,4	-28,8	
	σ	–	–	–	–	–	–	–	2,1	—	–	–	–	–	–	

Regim termic țeavă				Regim termic aripă			
Temp. max °C	Punct critic	Temp. lim. °C	Temp. medie °C	Temp. max °C	Punct critic	Temp. lim. °C	Temp. medie °C
434,3	1	530	404,8	443,1	8'	530	429,6
Temperatura medie ansamblu (panou), în °C 408,5							

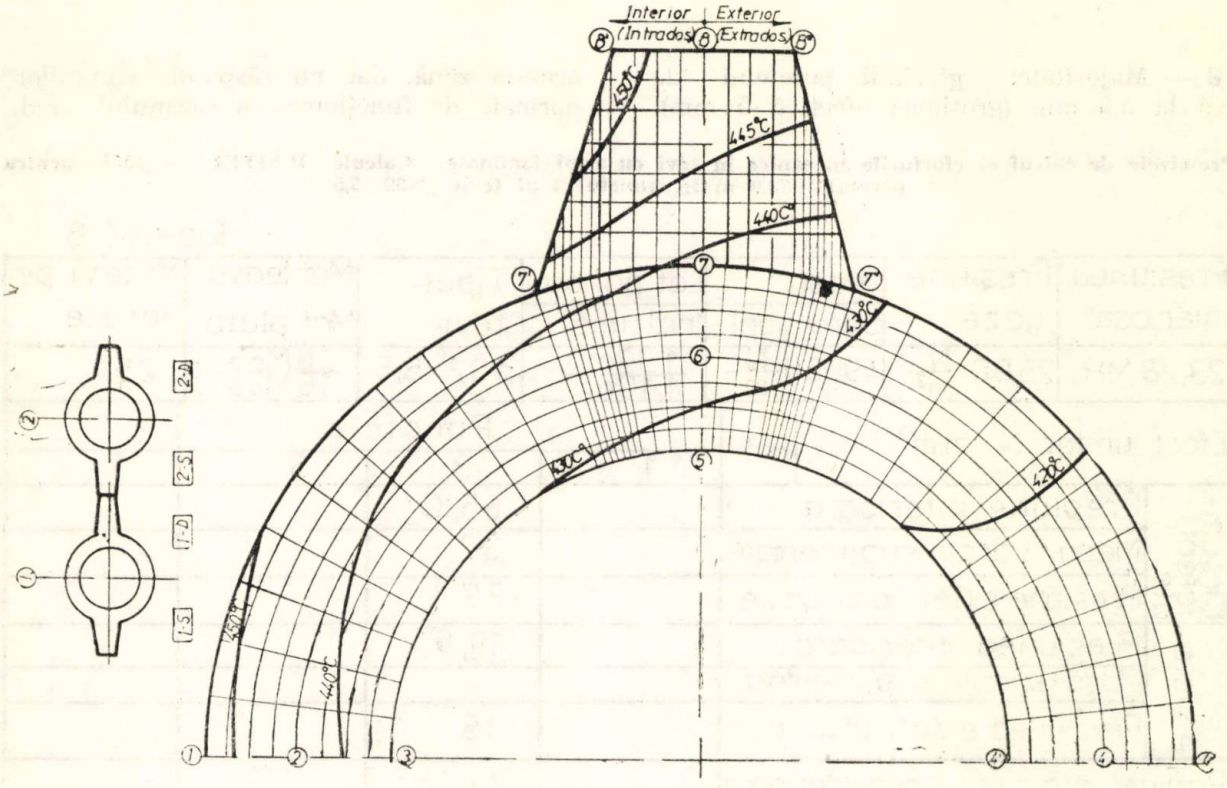


Fig. 8 Curbele de temperatură constantă (izotermele) pentru țevi cu aripi ∅ 32 × 5,5 la sarcina de 40%, conform calculelor I.C.S.I.T.E.E./1987.
datele de calcul conform tabel 7 ;
1-S, 1-D, 2-S, 2-D simboluri ale zonelor de calcul.

Premizele de calcul, distribuția temperaturilor și eforturile termice în țeava cu aripi laminate. Calcule ICSITEE — 1987 pentru sarcina de 40%

Tabelul 7

Țeava		Stînga (1-D)					Mat.	Țeava		16Mo3					
Aripa		Stînga						Aripa		16Mo3					
Încărc. termică intrados	Flux de radiație		kW/m²	112,50			Încărc. termică extrados	Flux de radiație		kW/m²	-				
	Coef. de convecție		W/m	-				Coef. de convecție		W/m	-				
	Temp. gaze		°C	-				Temp. gaze		°C	-				
Fluid interior					Coef. de convecție în W/m²					Temperatura în °C					
Abur supraîncălzit					7560					415					
Punctul		1	2	3	4'	4	4''	5	6	7'	7	7''	8'	8	8''
Temp. în °C		453	444	435	417	417	418	427	434	443	439	433	452	448	447
Tensiuni termice în N/mm²	σ_r	-	2,3	-	-	1,2	-	-	1,7	-1,7	-	1,7	-55,7	-	55,7
	σ_t	-25,8	-2,7	29,9	9,2	0,4	-3,7	1,8	-1,2	-4,4	3	-25,2	-	-	-
	σ_z	100,8	-64,6	-23,6	73,8	77,5	82,9	15,8	-0,5	-37	-13,7	4,9	-48,3	-34,2	-8,1
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-

Regim termic țeava				Regim termic aripă			
Temp. max. °C	Punct critic	Temp. lim. °C	Temp. medie °C	Temp. max. °C	Punct critic	Temp. lim. °C	Temp. medie °C
452,5	1	530	431,4	451,8	8'	530	444,8

Temperatura medie ansamblu (panou) în °C: 433,5

d — Majoritatea grosimii peretelui de țeavă la 5,5 mm (grosimea efectivă 5 mm), această zonă, dar nu răspunde situațiilor anormale de funcționare a cazanului, cînd, în

Premizele de calcul și eforturile mecanice în țevi cu aripi laminate. Calcule ICSITEE — 1987 pentru nivelul +33,0 m în punctul 3 al țevii ⌀32×5,5

Tabelul 8

Presiunea interioară	Presiune gaze	Masa / Sarc. supl.	Lat. panou / Înaltime	Tipul țevii	Mat. țeavă / Mat. platb	Nr. țevi pe perete
23,28 MPa	2500 $\frac{N}{m^2}$	49050 $\frac{N}{m}$	1,93 m / 1,10 m	⌀32×5,5	16Mo3 / 16Mo3	25

Efort unitar N/mm²		Pct	Punctele			
			1	3	5	7
Circumferențiale	Presiune interioara			65,0		
	Masa + sarcini suplimentare			32		
	Presiune exterioară gaze			-37		
Axiale	Presiunea interioara			19,6		
	Masa+sarcini suplimentare			–		
	Presiunea exterioară gaze			16		
Radiale din presiunea interioară				-23,28		

Eforturile unitare echivalente și coeficienții de siguranța în țevile cu aripi laminate. Calcule ICSITEE — 1987 pentru nivelul +33,0 m, în punctul 3 al țevii ⌀32 5,5

Tabelul 9

Eforturi unitare cumulate N/mm²		Punctele			
		1	3	5	7
Solicitări mecanice	Circumferentiale		93,3		
	Axiale		35,6		
	Radiale		-23,28		
	Echivalente σ_{vm}		100,96		
	Efort admisibil σ_a	120			
Coeficienti de siguranță calculați $\frac{\sigma_{rt}}{\sigma_{vm}}$			1,783		
Coeficient de siguranță admis		1,5(1,2)			

în zona superioară a focarului, rezolvă favorabil încărcările mecanice suplimentare din lipsa buclei de automatizare a sarcinii, sfîrșitul de vaporizare se poate transforma în su-

praîncălzitor și pot apărea șocuri termice datorită variațiilor bruște de temperaturi în peretele țevilor. Aceste situații anormale de funcționare nu se pot rezolva prin majorarea nelimitată a grosimii peretelui de țeavă, deoarece, odată cu îngroșarea peretelui țevii, cresc eforturile termice radiale și se amplifică efectul negativ al șocurilor termice asupra fiabilității țevilor.

e — Din tabelele 2 și 4, rezultă că, pentru fibra cea mai solicitată, eforturile unitare circumferențiale datorate încărcărilor exterioare din zona superioară a pereților sînt de același semn și foarte apropiate de eforturile unitare rezultate din presiunea interioară a fluidului.

Din acest motiv, pe măsura descreșterii înălțimii focarului, scad încărcările exterioare, iar eforturile mecanice echivalente din fibra cea mai solicitată scad spectaculos, astfel încît grosimea peretelui țevii (aleasă la 5,5 mm pentru partea superioară a focarului) poate fi redusă corespunzător cu scăderea înălțimii focarului.

Astfel, dacă se consideră încărcarea exterioară a peretelui front (spate) egală cu 5 tf/m ($49{,}05 \cdot 10^3$N/m), valoare reieșită din diagrama de încărcări pentru zona de la jumătatea înălțimii focarului, atunci rezultă pentru fibra cea mai solicitată a țevii cu perete 5,5 mm un efort echivalent mecanic de 100,96 N/mm^2, corespunzător unui coeficient de siguranță de 1,78, față de limita de curgere (tab. 9).

Considerînd, cu suficientă exactitate, că grosimea peretelui de țeavă este proporțională cu coeficientul de siguranță, rezultă că, la jumătatea înălțimii focarului, este necesară o grosime de perete efectivă de 4,3 mm, pentru un coeficient de siguranță de 1,52, egal cu cel de la partea superioară unde grosimea efectivă a peretelui țevii este de 5 mm (tab. 3).

În condițiile unor abateri negative de —10% ale grosimii de perete, aceasta ar corespunde unor țevi cu dimensiuni de comandă ∅ 32 × 5 material 16 Mo 3.

f — Rezultatele de calcul analizate conduc la concluzia că, din punctul de vedere al calculelor de rezistență, modernizarea vaporizatoarelor cazanelor de 1035 t/h se poate realiza în condiții de fiabilitate sporită și în situația în care se utilizează țevi cu aripi laminate cu grosime de comandă de 5 mm la partea inferioară a vaporizatorului (pînă la cota + 33,0 m).

Decizia de utilizare a unei singure dimensiuni de țeavă, respectiv ∅ 32 × 5,5 × 45, a avut la bază faptul că reducerea consumului de metal pentru cele 11 vaporizatoare nu ar fi justificat costurile legate de asimilarea celui de al doilea sortiment de țeavă ∅ 32 × 5 × 45.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x: Kluss (TK 1 — Babcock — R.F.G.): Berechnungsformular Nahtlose Kessel — U. Überhizerrohre, Blatt 20÷22. Ediția 3. 2. 1968.

[2] x x x: Haneke (AW 1 — Babcock — R.F.G.): S=f (θ) — Verdampfer-Ende. Ediția 28. 3. 1978.

[3] x x x: Haneke (Ct 11 — Babcock — R.F.G.): Verdamferschraube, Höhe 43,9 m. S=f (Querbelastung Fx). Ediția 11. 05. 1981.

[4] *Epure, A.*: Program de calcul pentru solicitări termice locale în pereții membrană, București, 1986.

[5] *Blumenfeld, M. și colectiv*: Colaborare privind elaborarea metodologiei de calcul de rezistență pentru pereții membrană suspendați, cu dezvoltare în spirală, solicitați la eforturi termice și mecanice mari, pentru cazanele pe lignit și șisturi bituminoase, București, 1981.

[6] *Măldărescu, T.*: Program de calcul pentru calculul de rezistență al pereților membrană cu țevi orizontale, București, 1982.

CZ : 662.61

Realizări privind tehnologia arderii în strat fluidizat a combustibililor solizi și aplicarea ei la cazanele de apă fierbinte și abur

Dr. ing. Ioan **NISTOR**, ing. Ion **MINEA**, ing. Liviu **DRAGOȘ**, fiz. Elena **DAMACEANU**, ing. Eugen **ȘIȘCHIN**, ing. Rodica **MACARIE** — I.C.S.I.T.E.E. București

Tehnologia arderii în strat fluidizat s-a impus la utilizarea combustibililor solizi, cu caracteristici mai puțin favorabile arderii în instalații clasice [1], prin depășirea a două limitări fundamentale ale tehnicilor de combustie existente :

— arderea la temperaturi relativ scăzute, 750—900°C cu randamente ridicate (peste 80% la cazane mici pe combustibili inferiori), în condițiile unei reduceri a emisiilor de SO_2 și NO_x, fără recurgerea la tehnici complicate ca scrubere

de absorbție sau combustie cu exces de aer redus, pentru reducerea poluării mediului înconjurător;
— flexibilitatea gamei de combustibili solizi posibil a fi utilizați, cu o mare variație a umidității și cenușii, fapt care face să crească disponibilitatea unor asemenea combustibili, la un preț mai redus.

Tehnica combustiei în strat fluidizat este diferită de cele obișnuite; fluidizarea a apărut în industrie încă în anul 1920, la gazeificarea cărbunilor în instalații Winkler, s-a dezvoltat mult în procesele petrochimice și „prăjirea" minereurilor (ex. pirita pentru fabricarea acidului sulfuric).

La arderea în strat fluidizat, pentru țevile imersate în strat, se obțin coeficienți ridicați de transfer de căldură (300 W/m^2 °C), de cîteva ori mai mari decît în cazul arderii cărbunilor pulverizați. Acest fapt conduce la volume și greutăți mult mai reduse ale cazanelor, iar uniformitatea temperaturii de ardere duce la dispariția zonelor foarte calde, ambele cu implicații deosebite asupra zgurificării cenușilor și chiar a spargerilor de țevi ale cazanului.

Atît pe plan mondial, cît și realizările românești în acest domeniu, au arătat viabilitatea acestei noi tehnologii de ardere, care a trecut succesiv prin toate fazele, de la concepție pînă la exploatarea curentă, ajungînd acum la o fază de perfecționări (în special la unele echipamente auxiliare) și la cea de verificări, care să răspundă la diversele cerințe ale consumatorilor [2, 3, 4].

Fluidizarea apare cînd un curent de aer cu o viteză adecvată (1—3 m/s) este trecut printr-un strat fix de particule solide (0—3—7 mm).

Cazanele cu ardere în strat fluidizat (ASF) sînt proiectate de I.C.S.I.T.E.E., în concepție proprie, pe baza cercetărilor originale, sînt produse de C.U.G. Cluj-Napoca (Combinatul de Utilaj Greu) și exportate prin ROMENERGO — București.

Cazanele sînt destinate să echipeze centralele termice urbane și industriale, producînd agenți termici — apă fierbinte și abur.

Combustibilul solid utilizat are următoarele caracteristici:

— putere calorifică inferioară 5—25 MJ/kg (1200 — 6000 Kcal/kg);
— umiditate 3—44 %;
— cenușă 15—60 %;
— granulație 0—3—7 mm.

Poate fi utilizat orice combustibil solid, care prin preparare poate avea caracteristicile de mai sus.

Prepararea cărbunilor pentru cazanele ASF, la granulația $0 \div 7$ mm, a fost rezolvată pe o cale corespunzătoare condițiilor tehnice impuse.

Fluxul de preparare se alimentează cu cărbuni de granulație 0—80 mm dintr-un depozit acoperit, printr-un grătar cu bare rotative, unde se face o primă separare, în două fracții granulometrice: 0—20 mm și 20—80 mm.

Fracția granulometrică 20—80 mm se introduce în concasorul cu ciocane articulate, fără grătar și cu încălzire electrică, în care se face mărunțirea cărbunelui la granulația de 0—10 mm. Concasorul este acționat cu curele trapezoidale, avînd trepte de viteză (pînă la 55 m/s viteză periferică).

Lignitul care iese din concasor, împreună cu fracția granulometrică 0—20 mm de la grătarul cu bare rotative, se introduc în separatorul cu aer.

În acesta, se face separarea cărbunelui necesar alimentării cazanelor ASF, în curent ascendent de aer, atît după dimensiunea particulelor, cît și după greutatea lor specifică..

Fracția granulometrică 0—7 mm iese pe la partea superioară și intră în instalația de desprăfuire, alcătuită din separatorul inerțial și multiciclon. Din acestea, cărbunele avînd granulația 0—7 mm este evacuat pe la partea inferioară, prin dozatoare celulare și cu o bandă transportoare se trimite la alimentarea cazanelor.

Fracția granulometrică 7—20 mm se recirculă la concasor.

Capacitățile acestor instalații sînt: 4,17; 6,94; 13,89 kg/s (15, 25, 50 t/h) și pot alimenta mai multe cazane tip ASF.

Aprinderea este făcută prin arzătoare cu combustibil lichid sau gazos, fiecare cazan sau modul de cazan fiind echipat cu 1—2 arzătoare de pornire.

Combustibilul lichid utilizat poate fi:
— combustibil lichid ușor;
— păcură.

Consumul de combustibil lichid pentru aprindere și pornire reprezintă 2—3% din consumul termic anual.

Cazanele sînt realizate cu suprapresiune pe drumul gazelor arse, fără exhaustor; aerul de fluidizare este introdus cu ajutorul unui ventilator de cazan sau pe fiecare modul al cazanului. Nu este necesară preîncălzirea aerului, iar randamentul minim, garantat la sarcina nominală, este 80%, pentru cazanele pînă la 10 Gcal/h și 10 t abur/h.

Temperatura gazelor arse la ieșirea din cazan este 160°C.

Conținutul de praf în gazele de ardere este de 0,6—1,4 g/m^3, funcție de caracteristicile combustibilului solid și de condițiile de ardere, desprăfuirea efectuîndu-se pe cale mecanică în două trepte: ciclon și multiciclon.

Presiunea la ieșirea gazelor arse din multiciclon este de 300 Pa (+ 30 mm H_2O).

Părțile componente pentru cazanele cu ardere în strat fluidizat sînt descrise în continuare.

Sistemul de ardere, compus dintr-un buncăr de alimentare cu combustibil solid (cărbune), alimentator elicoidal și un sistem de distribuire a aerului de fluidizare, include și un grătar din oțel refractar.

Capacitatea buncărului asigură o rezervă pentru 4—6 ore; alimentatorul elicoidal are turație variabilă.

Focarul cazanului este de formă cilindrică sau paralelipipedică și are două părți componente:

— partea inferioară, unde se formează stratul fluidizat;
— partea superioară, unde are loc arderea particulelor fine, antrenate din stratul fluidizat.

Amîndouă părțile focarului sînt răcite cu serpentine, care reține 50—60% din căldura totală produsă în cazan.

Aproximativ 20—25% din cenușa rezultată este evacuată direct pe la partea superioară a stratului fluidizat, printr-un sistem de prea plin, în răcitorul de cenușă.

În acesta, cenușa este răcită cu aer, în strat fluidizat, de la o temperatură de 800°C la 150°C; aerul preîncălzit rezultat este introdus în partea superioară a focarului, ca aer secundar.

Conținutul de nearse în cenușa evacuată din stratul fluidizat este aproximativ 1%.

Temperatura de ardere este 850—900°C.

Cazanele sînt izolate cu betoane refractare, ușoare lîngă mantaua metalică și dense spre interiorul focarului. În unele zone sînt utilizate și cărămizi refractare și masă stampată.

Gazele de ardere, la ieșirea din focar, au aproximativ 600—650°C și sînt trecute în partea de convecție cu două drumuri și apoi în instalația de desprăfuire mecanică.

Prin schimbarea direcției gazelor în partea de convecție, se separă aproximativ 15—20% din cenușa rezultată, aceasta fiind evacuată la partea inferioară a părții convective.

Cenușa separată în prima treaptă de desprăfuire (ciclon) este recirculată în focar, pentru combustibilii care ard mai greu; în acest mod, pierderile cu nearse mecanice în cazan sînt sub 5%.

Gama de cazane realizată pînă acum este următoarea:

— pentru apă fierbinte, 1,86 MW; 3,49 MW; 5,82 MW; 11,63 MW ceea ce corespunde la 1,6; 3; 5; 10 Gcal/h, cu temperatura apei la intrare/ieșire de 70/150°C;

— pentru abur, 0,56 kg/s; 2,78 kg/s; corespunzător la 2 t/h și 10 t/h; 8,34 kg/s, adică 30 t/h (proiect).

Aceste cazane sînt omologate la valorile parametrilor stabiliți prin proiect.

Evacuarea cenușii din cazan se face prin dozatoarele celulare rotative ale răcitorului, convectivului, ciclonului și multiciclonului. Din toate aceste puncte, cenușa cu granulație 0—5 mm este colectată într-un șnec, care deversează pe o bandă transportoare.

Principalele caracteristici ale acestor cazane sînt prezentate în tabelele 1 și 2, iar figurile 1 și 2 prezintă schematic aceste tipuri de cazane.

Fiecare tip de cazan este prevăzut cu instalație de măsură, control, reglaj și protecție — care cuprinde în principal:

— comanda acționărilor electrice;
— măsurări și înregistrări ale parametrilor funcționali;
— reglaje;
— protecții și interblocări;
— semnalizări optice și acustice.

A fost rezolvată desulfurarea gazelor de ardere, prin adăugarea de calcar în stratul fluidizat; în acest caz se poate reține 80—90% din sulf, în funcție — în special — de raportul Ca/S, granulația calcarului, granulația cărbunelui și temperatura din strat [5].

CARACTERISTICILE CAZANELOR DE APĂ FIERBINTE ÎN STRAT FLUIDIZAT
(cărbuni de calitate inferioară — 5 MJ/kg — 1200 kcal/kg)

Tabelul 1

Nr. crt.	Caracteristici	Unitatea de măsură	Cazane de apă fierbinte			
			1,6 Gcal/h	3 Gcal/h	5 Gcal/h	10 Gcal/h
1	Debit caloric nominal	[MW]	1,86	3,49	5,82	11,63
2	Domeniu de sarcină	[%]	78 — 100	78—100 40—55 *	78—100 40—55 *	78—100
3	Debit de apă nominal	[kg/s]	5,56	10,4	17,4	34,7
4	Dimensiuni — lungime × lățime × înălțime	[m]	12,5×8,4×8,5	12,6×8,0×9,3	14,2×7,8×9,7	24,5×9,0×11,3

*) la funcționarea cu un modul de cazan.

CARACTERISTICILE CAZANELOR DE ABUR
(cărbuni de calitate inferioară 5 MJ/kg — 1200 kcal/kg)

Tabelul 2

Nr. crt.	Caracteristicile	Unitatea de măsură	Cazane de abur		
			2 t/h	10 t/h	30 t/h *
1	Debit nominal	[kg/s]	0,56	2,78	8,34
2	Domeniu de sarcină	[%]	78—100	78—100 40—55 **	75—100
3	Presiune nominală	[bar]	7,85	15,7 8,85	40
4	Temperatura ieșire abur	[°C]	175	350 200	450
5	Temperatură apă alimentare	[°C]	100	100	150
6	Dimensiune : lungime × lățime × înălțime	[m]	11,6×6,2×8,7	22,5×11,5×13,6	23×10×22 exclusiv instalația de desprăfuire

*) pentru a fi cuplate cu turbina de 3 MW aflată în proiectare.
**) la funcționarea cu un modul de cazan.

La arderea în strat fluidizat, cu aplicarea procesului de desulfurare, s-au folosit cărbuni din diverse bazine carborifere cu conținut diferit de sulf, de la 0,94% pînă la 2,70% și diverși agenți de desulfurare (calcar, dolomită, var).

Randamente mari de desulfurare, cu menținerea performanțelor cazanelor, s-au obținut pentru rapoarte molare Ca/S de 2,5—3,5, granulația agentului de desulfurare 0—1 mm pînă la 80% și temperatura stratului de 800—900°C.

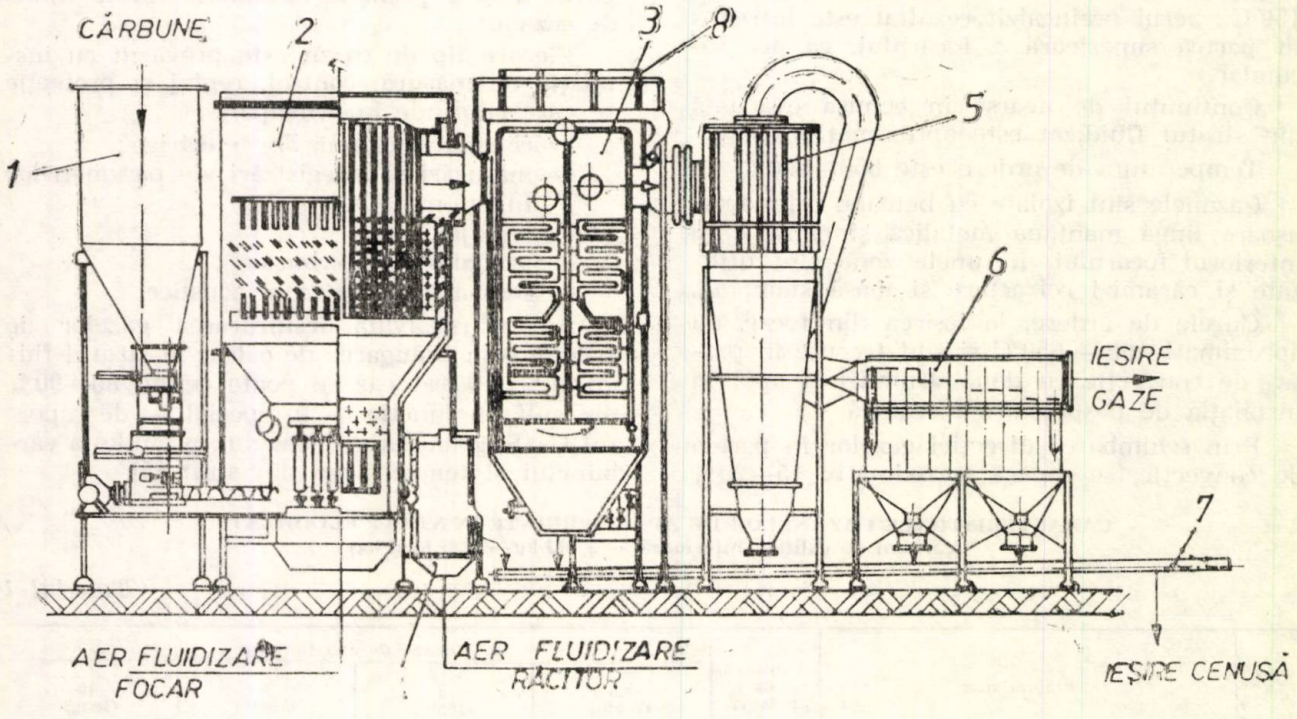


Fig. 1 Cazan de apă fierbinte tip ASF 10 Gcal/h — secțiune longitudinală.

1 — buncăr de alimentare ; 2 — focar ; 3 — convectiv ; 4 — răcitor ; 5 — ciclon ; 6 — multiciclon ; 7 — instalație de evacuare cenușă ; 8 — scări platforme.

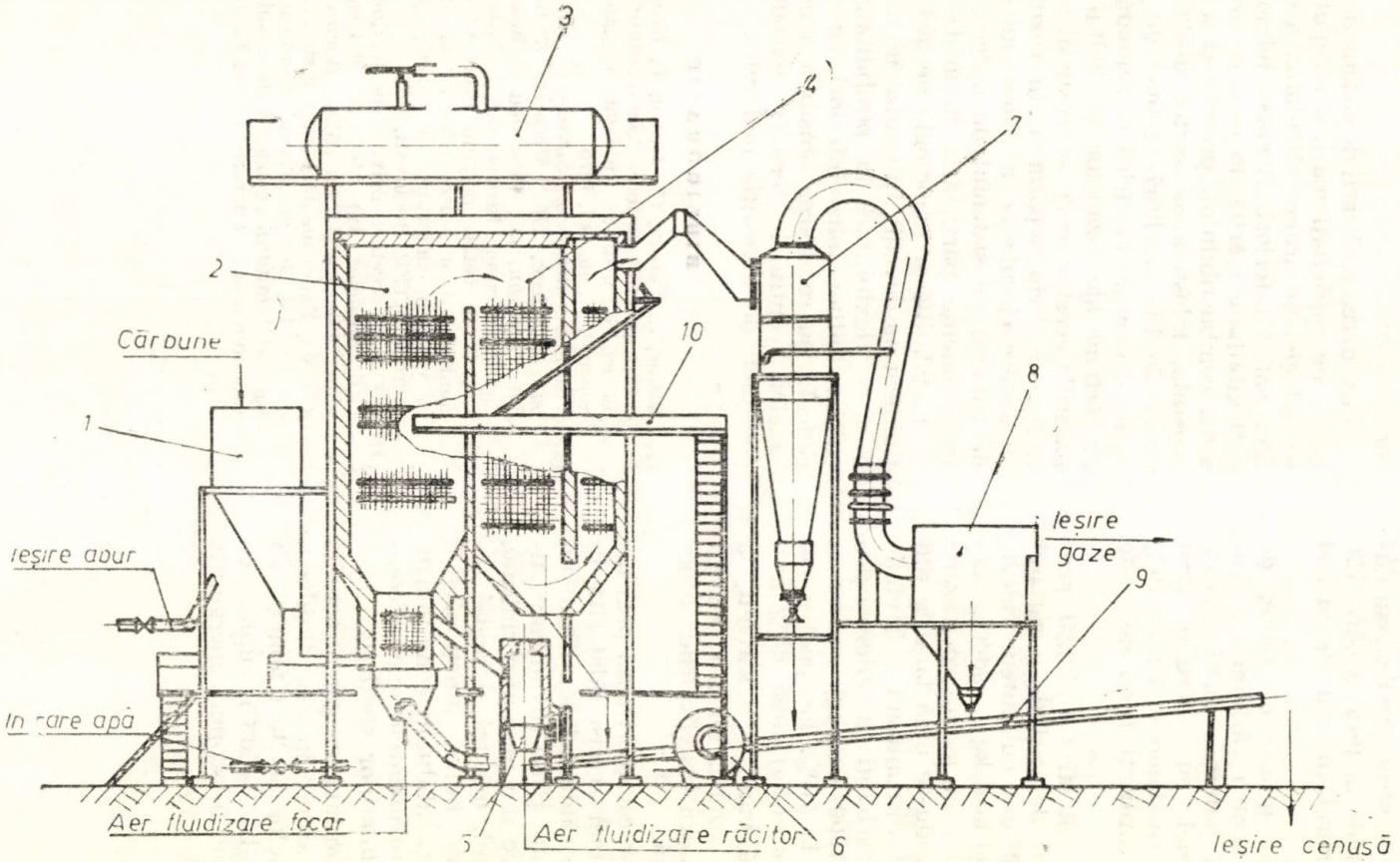


Fig. 2 Cazan de abur tip ASF 10 t/h — secțiune longitudinală.

1 — buncăr de alimentare ; 2 — focar ; 3 — tambur ; 4 — convectiv ; 5 — răcitor ; 6 — ventilator aer ; 7 — ciclon ; 8 — multiciclon ; 9 — instalație evacuare cenușă ; 10 — scări platforme.

Aplicarea procesului de desulfurare reduce emisiile de oxizi de sulf în gazele de ardere, pînă la 40 ppm, restul sulfului fiind reținut sub formă de diverși compuși chimici în cenușile evacuate din cazan.

* * *

Cazanele cu ardere în strat fluidizat au cunoscut o dezvoltare rapidă în țara noastră. Ele au fost montate, în general, în centrale cu trei sau mai multe cazane.

Față de cazanele cu grătar existente, de aceleași mărimi, dar pentru cărbuni cu granulația 30—80 mm și putere calorifică peste 2000 kcal/kg, la cazanele cu ardere în strat fluidizat, s-au obținut randamente cu 7—10% mai ridicate, cărbunii utilizați fiind de peste 1200 kcal/kg.

Cazanele cu ardere în strat fluidizat prezintă un interval redus de variație a sarcinii (80—100%) pentru cărbuni cu putere calorifică de 5 MJ/kg — 1200 kcal/kg ; scăderea sarcinii poate fi realizată prin modulare (cazane cu două focare) ajungîndu-se pînă la 40% din sarcina nominală, dar discontinuu. Trebuie menționat că, pentru cărbunii cu putere calorifică de 6,3 MJ/kg (1500 kcal/kg), reducerea sarcinii poate ajunge la 70%, iar pentru cei cu 7,56 MJ/kg (1800 kcal/kg) chiar 65%.

În practică, această variație a sarcinii, la aceste dimensiuni de cazane, nu s-a dovedit prea solicitată, majoritatea beneficiarilor funcționînd în sarcină plină.

Cazanele realizate se caracterizează prin dimensiuni de gabarit mai reduse (datorită în special transferului de căldură intensificat din stratul fluidizat), nu au piese în mișcare supuse la eforturi termice sau mecanice ridicate, au aparatură de control, măsură și reglaj redusă la strictul necesar bunei funcționări a procesului și au o disponibilitate condiționată în primul rînd de echipamentele anexe, comparabilă cu cea a instalațiilor similare.

Se dezvoltă, în continuare, gama actuală de cazane de abur cu ardere în strat fluidizat, prin proiectarea cazanelor de 30 t abur/h, cu parametri ridicați (40 bar, 450°C), cuplate cu turbine corespunzătoare, în scopuri energetice, și cu desulfurarea gazelor de ardere. Față de cazanele de abur cu cărbune pulverizat existente, de 30 t/h, cazanele de aceeași capacitate cu ardere în strat fluidizat sînt mai compacte, au greutatea redusă cu 50%, consumul de energie electrică redus cu peste 30% și nu necesită aport de combustibil lichid în funcționare.

În vederea realizării de cazane de abur energetice de capacități mari, a început cercetarea tehnologiei de ardere circulantă a combustibililor solizi inferiori. Această tehnologie oferă o flexibilitate mărită, în ceea ce privește calitatea combustibilului, precum și a granulației acestuia, folosindu-se sortul 0—20 mm, fără aport de hidrocarburi , reducîndu-se în mod esențial energia electrică consumată de morile de cărbune ale cazanelor și cheltuielile cu reparațiile acestor mori și crește disponibilitatea cazanelor. Prin separarea, în cazul cazanelor cu ardere circulantă, a sistemului de transfer de căldură de sistemul de ardere, se asigură independența parțială a fiecăruia dintre ele.

Instalațiile și tehnologia de ardere în strat fluidizat au dovedit, în realizările din România, o mare flexibilitate în posibilitatea utilizării combustibililor solizi inferiori, cu randamente ridicate, cu reducerea sensibilă a greutății cazanelor, centralele termice executate avînd cheltuieli de investiție mai mici.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Nistor, I., Coroiu, C., Minea, I., Dragoș, L.* : Cercetări privind arderea combustibililor solizi inferiori de strat fluidizat. In „Construcția de mașini", 27, 10, 487, 1975.

[2] *Nistor, I., Minea, I., Șișchin, E., Dragoș, L., Popa, M., Șega, Gh., Macarie, Rodica, Hudescu, Gh., Ogășanu, D.* : Procedeu și instalație pentru încălzirea apei. Brevet R.S.R. 73488, 1979.

[3] x x x : Cercetări privind procesul de ardere al combustibililor solizi inferiori în strat fluidizat în vederea construirii de cazane de abur. Lucrare ICSITEE, București, 1975.

[4] x x x : Cercetări privind perfecționarea fiabilității cazanelor tip ASF de 10 Gcal/h și 10 t/h abur, Lucrare I.C.S.I.T.E.E. București, 1985.

[5] x x x : Experimentări pe instalația industrială de 1,6 Gcal/h privind procesul de desulfurare al lignitului cu agenți de desulfurare calcar sau dolomită. Lucrare I.C.S.I.T.E.E., București, 1984.

CZ : 662.74 : 662.76

Proiectarea asistată de calculator a generatorului de gaz în strat fluidizat sub presiune cu insuflare de abur și oxigen

Dr. ing. Nicolae **TĂTARU**, ing. Liviu **FENDRIHAN**, ing. Mihai **DOGARU** — I.C.S.I.T.E.E. București

Criza mondială a petrolului declanșată în 1973 a readus în actualitate problema gazeificării cărbunilor, ale căror rezerve, cunoscute pînă în prezent, ar fi suficiente să acopere necesitățile energetice ale planetei noastre pentru încă 300 de ani. Astfel, produsele de gazeificare ale cărbunilor ar fi chemate să înlocuiască pe cele obținute prin prelucrarea petrolului brut, atît pentru combustibili, cît și pentru chimizare. Și țara noastră, prin I.C.S.I.T.E.E., s-a aliniat la eforturile celorlalte țări de a învinge criza menționată, prin abordarea unor procese de gazeificare menite să contribuie la independența energetică. Prin **gazeificare** se înțelege transformarea carbonului din materia primă — cărbune — în gaze combustibile, la temperaturi ridicate în gazogene, cu ajutorul unui agent de gazeificare, care este compus dintr-un amestec de aer/abur.

Reacțiile chimice de bază ale gazeificării sînt următoarele :

$$C + H_2O \rightleftarrows CO + H_2 - 118{,}5 \text{ kj/mol}$$

$$C + O_2 \rightleftarrows CO_2 + 123{,}1 \text{ kj/mol}$$

$$C + (1/2)\,O_2 \rightleftarrows CO + 406 \text{ kj/mol}$$

$$CO + H_2O \rightleftarrows CO_2 + H_2O + 42{,}3 \text{ kj/mol}$$

$$CO + 3H_2 \rightleftarrows CH_4 + H_2O + 206 \text{ kj/mol} \quad (1)$$

$$C + 2H_2 \rightleftarrows CH_4 + 87{,}5 \text{ kj/mol}$$

$$CO + O_2 \rightleftarrows CO_2 + 393{,}6 \text{ kj/mol}$$

$$C + CO_2 \rightleftarrows 2CO - 159{,}9 \text{ kj/mol}$$

Din cele de mai sus, se poate constata că unele reacții sînt exoterme, iar altele endoterme.

Pentru analiza posibilităților de gazeificare ale unui sort de cărbune și pentru evaluarea indicatorilor procesului de gazeificare se utilizează ecuațiile de echilibru termodinamic.

Procesul de gazeificare a cărbunilor este definit de un sistem de nouă ecuații algebrice, dintre care utimele trei sînt neliniare [1].

Ecuațiile liniare sînt date de :

— legea lui Dalton, aplicată la volume :

$$v\,(CO_2) + v\,(CO) + v\,(H_2) + v\,(CH_4) + v\,(H_2O) + v\,(H_2) + v\,(H_2S) = 1 \quad (2)$$

— bilanțul carbonului :

$$B \cdot C_B + M \cdot C_M = v\,(CO_2) + v\,(CO) + v\,(CH_4) \quad (3)$$

— bilanțul hidrogenului :

$$B \cdot H_B + M \cdot H_M = v\,(H_2) + v\,(H_2O) + 2\,v\,(CH_4) \quad (4)$$

— bilanțul oxigenului :

$$B \cdot O_B + M \cdot O_M = v\,(CO_2) + 0{,}5\,v\,(CO) + 0{,}5\,v\,(H_2O) \quad (5)$$

— bilanțul azotului :

$$B \cdot N_B + M \cdot N_M = v\,(N_2) \quad (6)$$

— bilanțul sulfului :

$$B \cdot COES \cdot S_B + M \cdot S_M = v\,(H_2S) \quad (7)$$

iar cele neliniare sînt prezentate de :

— ecuația de echilibru Boudouard :

$$v\,(CO_2) = P \cdot K'_{PB} \cdot v^2\,(CO) \quad (8)$$

— ecuația de echilibru a hidrogenului eterogen :

$$v\,(H_2O) = P \cdot K'_{PW} \cdot v\,(H_2) \cdot v\,(CO) \quad (9)$$

— ecuația de echilibru a metanului :

$$v\,(CH_4) = P \cdot COEF \cdot K_{PM} \cdot v^2\,(H_2) \quad (10)$$

în care :

B = cantitatea de combustibil necesar [kg/m^3_N];

M = cantitatea de agent de gazeificare [m^3_N/m^3_N];

C_B, (H_B,O_B,N_B,S_B) = carbonul (hidrogenul, oxigenul, azotul, sulful) total din combustibil [m^3_N/kg];

C_M, (H_M,O_M,N_M,S_M) = carbonul (hidrogenul, oxigenul, azotul, sulful) total din agentul de gazeificare [m^3_N/m^3_N];

$COES$ = coeficientul de realizare a echilibrului sulfului ;

P = presiunea la care se desfășoară procesul [atm] ;

K'_{PB} = constanta de chilibru a oxidului de carbon ;

K'_{PW} = constanta de echilibru a hidrogenului ;

$COEF$ = ceoeficientul de realizare a echilibrului metanului ;

K_{PM} = constanta de echilibru a metanului.

La scrierea ecuațiilor, se va nota pentru fiecare m^3_N de gaz generat, cantitatea de gaz generat, cantitatea de combustibil necesar și cantitatea de agent de gazeificare. Bilanțul de materiale a fost simplificat deoarece s-a ales ca masă unitară, atît pentru componentele solide cît și pentru cele gazoase kilomolul sau o fracțiune a acestuia și anume m^3_N, ținînd cont că 1 kmol = 22,42 m^3_N. Modelul tratat se poate aplica la mai multe proceduri de bază de gazeificare:

— gazeificare în strat fix, la presiune redusă sau la presiune pînă la 100 bar;

— gazeificare în strat fluidizat, la presiune redusă sau la presiuni de pînă la 10 bar;

— gazeificare în strat antrenat la presiune redusă, care sînt adoptate în funcție de calitatea cărbunelui disponibil și de utilizarea dorită a gazului generat.

Bilanțul termic se calculează pentru zona de reacție a generatorului de gaz, cu relația, valabilă, pentru 1 m^3 de gaz generat [1]:

$$B \cdot H_K + B \cdot I_B + M \cdot I_M = H_{UG} + I_G + Q_S \quad (11)$$

În partea stîngă a relației a fost exprimată cantitatea de căldură introdusă, în zona de reacție, prin căldura rezultată din puterea calorică a cărbunelui ($B \cdot H_k$), căldura corespunzătoare entalpiei cărbunelui la temperatura de reacție ($B \cdot I_B$) și respectiv căldura din entalpia agentului de gazeificare, calculată la temperatura de intrare în gazogen ($M \cdot I_M$).

În partea dreaptă a relației, se exprimă căldura extrasă din zona de reacție, prin căldura rezultată din puterea calorică a gazelor generate (H_{UG}), căldura corespunzătoare entalpiei cu care gazele părăsesc zona de reacție (I_G) și căldura pierdută în exterior prin radiație, prin conducție, prin apa de răcire, etc. (Q_S).

Dacă se ține seama de pierderile de căldură în exterior și le scădem din puterea calorică a combustibilului, H_K se înlocuiește cu $H_{CB} = (1 - \Sigma_P) \cdot H_K$ (12), în care Σ_p reprezintă suma de pierderi relative.

Dacă se notează cu X (1) = B și X (2) = $= M$, iar cu Y_1 (K) și Y_2 (K) cei doi membri ai ecuației (11), se poate scrie:

$$Y_1(K) = \mathcal{X}_T(1, K) \cdot [H_{CB} + I_{BV}(K)] + \\ + \mathcal{X}_T(2, K) \cdot I_M \quad (13)$$

$$Y_2(K) = H_{UG}(K) + I_G(K). \quad (14)$$

Valorile lui $H_{UG}(K)$ și $I_G(K)$ sînt date de:

$$H_{UG}(K) = H_{H_2} \cdot \mathcal{X}_T(3, K) + H_{CO} \cdot \mathcal{X}_T(4, K) + \\ + H_{CH_4} \cdot \mathcal{X}_T(5, K) + H_{H_2S} \cdot \mathcal{X}_T(9, K) \quad (15)$$

$$I_G(K) = \mathcal{X}_T(3, K) \cdot I_{3V}(K) + \mathcal{X}_T(4, K) \cdot I_{4V}(K) + \\ + \mathcal{X}_T(5, K) \cdot I_{5V}(K) + \mathcal{X}_T(6, K) \cdot I_{6V}(K) + \\ + \mathcal{X}_T(7, K) \cdot I_{7V}(K) + \mathcal{X}_T(8, K) \cdot I_{8V}(K) + \\ + \mathcal{X}_T(9, K) \cdot I_{9V}(K) \quad (16)$$

Pentru a putea trasa cele două curbe, reprezentînd funcțiile Y_1 și Y_2, este necesar să avem $K \geqslant 3$.

Se definesc următoarele **randamente** ale gazeificării:

$$\eta_1 = \frac{\mathcal{X}(3) \cdot H_{H_2} + \mathcal{X}(4) \cdot H_{CO} + \mathcal{X}(5) \cdot H_{CH_4} + \mathcal{X}(9) \cdot H_{H_2S}}{(1 + \Sigma_p) \cdot B \cdot H_K} \quad (17)$$

$$\eta_2 = \frac{\mathcal{X}(3) \cdot H_{H_2} + \mathcal{X}(4) \cdot H_{CO} + \mathcal{X}(5) \cdot H_{CH_4} + \mathcal{X}(9) \cdot H_{H_2S}}{(1 + \Sigma_p) \cdot B \cdot (H_K + I_B) + A_g \cdot I_M} \quad (18)$$

$$\eta_3 = \frac{\mathcal{X}(3) \cdot H_{H_2} + \mathcal{X}(4) \cdot H_{CO} + \mathcal{X}(5) \cdot H_{CH_4} + \mathcal{X}(9) \cdot H_{H_2S} + I_{GE}}{(1 + \Sigma_p) \cdot B \cdot (H_K + I_B) + A_g \cdot I_M} \quad (19)$$

$$\eta_4 = \frac{\mathcal{X}(3) \cdot H_{H_2} + \mathcal{X}(4) \cdot H_{CO} + \mathcal{X}(5) \cdot H_{CH_4} + \mathcal{X}(9) \cdot H_{H_2S}}{B \cdot H_K}, \quad (20)$$

în care:

$B = X$ (1) = consum specific de combustibil [kg/m^3_N];

$A_g = X$ (2) = consum specific de agent de gazeificare [m^3_N/m^3_N];

X (3) ÷ X (9) = volumele procentuale ale componentelor gazului;

I_{GE} = entalpia gazelor generate.

Există relația:

$$I_{GE} = \mathcal{X}(3) \cdot I_3 + \mathcal{X}(4) \cdot I_4 + \mathcal{X}(5) \cdot I_5 + \mathcal{X}(6) \cdot I_6 + \\ + \mathcal{X}(7) \cdot I_7 + \mathcal{X}(8) \cdot I_8 + \mathcal{X}(9) \cdot I_9, \quad (21)$$

în care entalpiile corespund temperaturii TRC.

Pentru **calculul condițiilor de menținere a stratului fluidizat,** s-a pornit de la considerațiile prezentate în lucrarea [5], referitoare la proprietățile stratului fluidizat. În scopul determinării vitezei critice, se calculează în prealabil:

$$T_{MAG} = \\ = \frac{TT_{O_2} \cdot CSP_{O_2} \cdot V_{O_2} + TI_{H_2O} \cdot CSP_{H_2O} \cdot V_{H_2O}}{V_{O_2} \cdot CSP_{O_2} + V_{H_2O} \cdot CSP_{O_2}}, \quad (22)$$

unde:

T_{MAG} = temperatura medie a agentului de gazeificare;

TI_{O_2}, TI_{H_2O} = temperaturi de intrare ;

V_{O_2}, V_{H_2O} = volume la presiunea de lucru ;

CSP_{O_2}, CSP_{H_2O} = călduri specifice la presiunea de lucru.

Se calculează apoi densitatea agentului de gazeificare :

$$\rho_{O_2T} = \rho_{O_2} \cdot \frac{273{,}15}{273{,}15 + T_{MAG}} \tag{23}$$

$$\rho_{H_2OT} = \rho_{H_2O} \cdot \frac{273{,}15}{273{,}15 + T_{MAG}} \tag{24}$$

$$\rho_{AGT} = \rho_{H_2O} \cdot \frac{V_{O_2} \cdot \rho_{O_2T} + V_{H_2O} \cdot \rho_{H_2OT}}{V_{O_2} + V_{H_2O}} \tag{25}$$

$$\rho'_{AGT} = \rho_{AGT} \cdot RAPP, \tag{26}$$

unde :

ρ_{O_2T}, ρ_{H_2OT} = densități la temperatura de lucru;

ρ_{O_2}, ρ_{H_2O} = densități la 273, 15 K ;

ρ_{AGT}, ρ'_{AGT} = densități ale agentului de gazeificare la presiunea atmosferică și la presiunea de lucru ;

$RAPP$ = raportul dintre presiunea de lucru și presiunea atmosferică.

Rezultă vîscozitatea agentului de gazeificare :

$$\mu_{O_2T} = K \cdot \mu_{O_2Z} \cdot \left(\frac{T_{MAG} + 273{,}15}{TZ + 273{,}15} \right)^{N_{O_2}} \tag{27}$$

$$\mu_{ABT} = K \cdot \mu_{ABZ} \cdot \left(\frac{T_{MAG} + 273{,}15}{TZ + 273{,}15} \right)^{N_{AB}} \tag{28}$$

$$\mu_{AGT} = \frac{V_{O_2} \cdot \mu_{O_2T} \cdot r_{O_2} + V_{H_2O} \cdot \mu_{ABT} \cdot r_{H_2O}}{V_{O_2} \cdot r_{O_2} + V_{H_2O} \cdot r_{H_2O}}, \tag{29}$$

unde :

TZ = temperatura ambiantă ;

μ_{O_2T}, μ_{ABT}, μ_{ABZ}, μ_{ABZ}, μ_{AGT} = vîscozități dinamice la temperatura ambiantă, respectiv cea de lucru ;

r_{O_2}, r_{H_2O} = factori de corecție.

În continuare, se calculează numărul real al lui Arhimede :

$$ARRC = (d_E^3 \cdot \rho_P \cdot \rho'_{AGT} \cdot g)/\mu_{AGT}^2, \tag{30}$$

unde :

d_E = diametrul echivalent al particulei ;

ρ_P = densitatea particulei ;

g = accelerația gravitațională.

Rezultă : $ARC = 17 \cdot ALOG\ 10\ (ARRC)$ (31)

$$LICR = 10 \left(\frac{LI - 68}{17} \right) \tag{32}$$

Urmează calculul vitezei critice de fluidizare :

(33)

$$U_{CR} = [LICR \cdot \mu_{AGT} \cdot (\rho' - \rho'_{AGT}) \cdot g/\rho'^2_{AGT}]^{0{,}333}$$

Viteza de lucru se calculează din viteza critică, cu ajutorul coeficientului de fluidizare K_u :

$$U_L = K_u \cdot U_{CR}. \tag{34}$$

Diametrul interior al gazogenului se determină din capacitatea necesară și viteza de lucru a agentului de gazeificare.

Debitul de agent de gazeificare în condiții normale :

$$D_{AGN} = CAP_G \cdot AG, \tag{35}$$

în care :

CAP_G = capacitate gazogen ;

AG = consum specific de agent de gazeificare.

Debitul real al gazogenului :

$D_{AG} \cdot D_{AGN} \cdot (273{,}15 + TRC)/273{,}15/RAPP$, cu notațiile de mai sus.

În final, rezultă diametrul interior al gazogenului :

$$d_{IG} = (D_{AG}/0{,}785/U_L)^{0{,}5}.$$

S-au elaborat două **programe de calcul** și anume : calculul bilanțului termic al gazogenului, și calculul condițiilor de menținere a stratului fluidizat.

În **primul program** se introduc următoarele date principale de intrare [3] :

— analiza combustibilului ;
— analiza agentului de gazeificare ;
— presiunea la care se desfășoară procesul ;
— coeficientul de realizare a echilibrului metanului ;
— coeficientul de ardere a sulfului ;
— coeficientul de pierderi de căldură în exterior ;
— temperaturile ipotetice de reacție.

Programul prelucrează aceste date și furnizează următoarele elemente :

— consumul specific de combustibil ;
— consumul specific de agent de gazeificare ;
— volumul în procente al componentelor gazului de gazogen ;
— temperatura de reacție calculată ;
— bilanțul termic al gazogenului ;
— randamentul gazeificării.

Programul conține de fapt trei etape : determinarea componentelor amestecului de gaze rezultat din procesul de gazeificare, bilanțul termic propriu-zis și randamentul gazeificării.

Determinarea componentelor se face prin rezolvarea sistemului de ecuații (2) ÷ (10), aplicîndu-se un subprogram de firmă, creat pentru determinarea minimului local al unei funcții de „n" variabile, prin aplicarea metodei gradienților conjugați a lui Fletcher-Reeves [2].

Bilanțul termic se realizează pe baza relațiilor (11) ÷ (16), pentru $K = 5$. S-a utilizat o subrutină de interpolare liniară POLAR 1. Punctul de intersecție al curbelor I și II (trasate pentru temperaturile 600°, 700°, 800°, 900° și 1000°C), ne furnizează temperatura de reacție calculată (TRC).

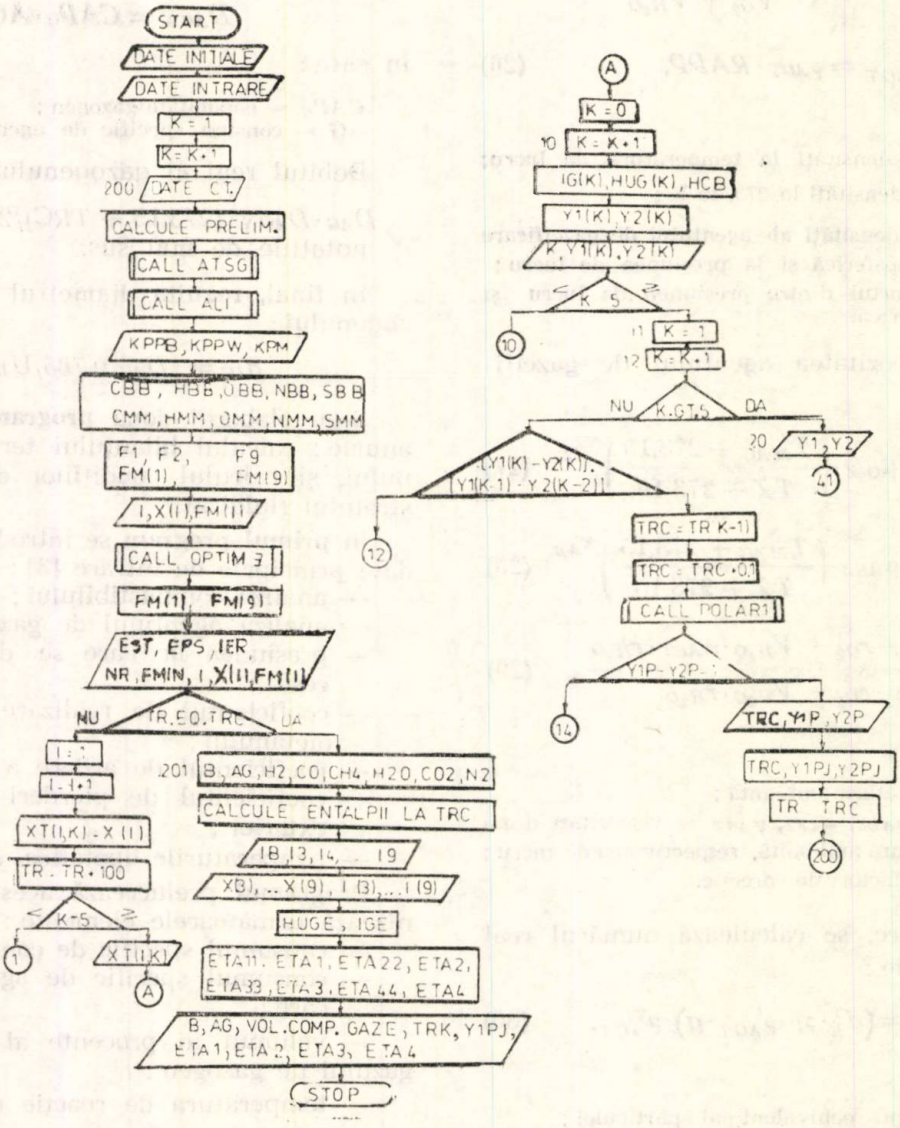


Fig. 1 Schema logică PROGRAM 1.

Datele de intrare sînt :

— vectorul entalpiilor cărbunelui utilizat, pentru temperaturile ipotetice de reacție ;

— vectorii entalpiilor corespunzătoare temperaturilor de reacție pentru H_2, CO, CH_4, H_2O, CO_2, N_2 și H_2S ;

— procentele volumetrice ale compușilor gazului de gazogen (rezultate din prima etapă a programului).

Avînd temperatura *TRC* și bilanțul termic calculat, se trece la următoarea etapă a programului, calculul randamentului gazeificării. Datele de intrare sînt :

— vectorul temperaturilor de reacții ;

— vectorul entalpiilor lignitului ;

— vectorul entalpiilor componentelor gazului ;

— puterile calorice ale componentelor combustibile ;

— X (1) ÷ X (9) rezultate din prima etapă a programului.

Schema logică a întregului program este dată în figura 1.

Pentru cel de-al **doilea program,** s-a elaborat subrutina ARHIME, care calculează „criteriul L_f " (al lui Liascenco), în funcție de „numerele *ARRC*" (ale lui Arhimede) și ținînd cont de „porozitatea *EPSC*" a stratului fluidizat [4, 5].

Se folosesc notațiile :

ARRC, ARC = numărul real al lui Arhimede, calculat și respectiv transpus în [mm] ;

ARRV, ARV = vectorul numerelor reale ale lui Arhimede, respectiv cel transpus în [mm] ;

LICR, LI = numărul lui Liascenco critic, respectiv în [mm] ;

LIRV, LIV = vectorul numerelor reale ale lui Liascenco, respectiv în [mm] ;

EPS, EPSC = vectorul porozităților posibile ale stratului fluidizat, respectiv cea calculată ;

TAB = tabel cu 7 linii și 8 coloane cu valorile lui *LI*, corespunzătoare lui *ARV*, pentru diferiți *EPS*.

Datele de intrare în subrutină : ARV, EPS și TAB.

Parametrii dați : LI, LI 1 și LI 2.

Se calculează în prealabil ARRC și apoi ARC, după care se determină LI și LICR.

Din rulările celor două programe pentru același tip de combustibil, au rezultat următoarele :

Consumul specific de combustibil (B) crește cu temperatura de reacție astfel :

TR [°C]	600°	700°	800°	900°	1000°
B [kg/m^3_N]	0,572	0,626	0,710	0,777	0,804

Consumul specific de agent de gazeificare (*AG*) scade cu creșterea temperaturii de reacție, astfel :

TR [°C]	600°	700°	800°	900°	1000°
AG [m^3_N/m^3_N]	0,675	0,654	0,412	0,309	0,264

Temperatura optimă a reacției rezultată din bilanțul termic : *TRK* = 963,12 K.

La *TRK*, gazul are următoarele componente (volumetrice) : $H_2 = 32{,}7\%$; $CO_2 = 18{,}85\%$; $N_2 = 0{,}85\%$; $H_2S = 0{,}36\%$.

Bilanțul termic la temperatură optimă este :

$$Y_{1PJ} = 1926{,}5 \text{ Kcal/Kg} = 8065{,}3 \text{ KJ/Kg}$$

Randamentele calculate au valorile :

$$\eta_1 = 82{,}16\% ; \quad \eta_2 = 74{,}13 ; \quad \eta_3 = 86{,}12\% ;$$

$$\eta_4 = 89{,}29\%.$$

Au rezultat în continuare :

— viteza critică de fluidizare *UCR* = 0,3155 m/s ;

— viteza critică de lucru *UL* = 0,5048 m/s ;

— diametrul interior al gazogenului *DIG* = 0,2393 m.

În figura 2 se prezintă un reactor căruia i s-au aplicat programele expuse anterior.

Fig. 2 Reactor de gazeificare în strat fluidizat sub presiune.

Modelarea pe calculator a procesului de gazeificare a cărbunilor și a generatorului respectiv de gaz reprezintă un instrument deosebit de util pentru proiectarea echipamentului, în cazul utilizării diferitelor sorturi de cărbune și a diferitelor proporții de abur și oxigen în componența agentului de gazeificare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Gumz, W.* : Kurzes Handbuch der Brennstoff und Feuerungstechnik. Springer Verlag, Berlin, 1962.

[2] *Fletcher, R., Reeves, C.M.* : Function minimization by conjugate gradients. In „Computer Journal", vol. 7 (2), 1964.

[3] *Tătaru, N., Anghel, V., Dogaru, M., Dumitrescu, A.* : Modelarea pe calculator a procesului de gazeificare a mărunților de lignit, în gazogene cu strat fluidizat. In „Energetica, Supliment" vol. 6—7, 1984.

[4] *Kunii, D., Levenspiel, O.* : Fluidization Engineering. John Wiley, New York, London, Sydney, Toronto, 1969.

[5] *Howard, J.R.* : Fluidized beds, combustion and applications. Applied Science Publishers, London, New York, 1983.

[6] x x x : I.B.M. : Application program. System 360 Scientific subroutine package ; version III.

CZ : 662.61

Program de calcul în vederea modelării matematice a proceselor de ardere și schimb de căldură pentru combustibili solizi

Ing. Mihai **DOGARU**, ing. Ion **MULLER**, ing. Florin **RAICU** — I.C.S.I.T.E.E. București

Construcția de cazane energetice de puteri mari și medii, pe o serie de combustibili solizi, cu caracteristici energetice variabile și în special pe combustibili inferiori (lignit, șisturi bituminoase), a condus la necesitatea studierii arderii intensive a unor astfel de combustibili și reducerii hidrocarburilor suport și pentru pornire, pînă la eliminarea lor totală din procesul tehnologic de producere a energiei electrice.

Pentru alegerea tipului de arzător, s-a conceput un model matematic al ansamblului arzător-focar pentru praf de cărbune, în vederea studierii proceselor de ardere și schimb de căldură. Acest model ține seama de bilanțul masic și de cel termodinamic, punînd în evidență etapele procesului de ardere și putînd fi adaptat la arzătoare de orice tip.

Pentru rezolvarea ecuațiilor diferențiale care caracterizează procesele de aprindere, ardere, schimb de masă și de căldură, s-a elaborat un program în limbaj FORTRAN, utilizînd patru subrutine și ținînd seama de condițiile impuse de degajarea și, respectiv, arderea diferitelor componente care participă la procesul complex care are loc într-un jet de amestec aer-cărbune.

Modelul matematic urmărește descrierea proceselor din focar, pentru a studia influența diverșilor factori asupra aprinderii cărbunelui pulverizat [1, 2].

Focarul, de formă cilindrică, a fost fragmentat pe lungime în elemente *DX*, finite, la care se referă programul de calcul. Pe baza ipotezelor simplificatoare din [1], se scriu bilanțurile masic și termodinamic, luîndu-se în considerație procesele termodinamice de bază din cadrul fiecărei secvențe: amestecul fluidelor componente, schimbul de căldură prin radiație cu pereții focarului, degajarea și arderea volatilelor, arderea materialului carbonos.

Ecuația procesului de ardere a prafului de cărbune este următoarea:

$$dQ_{ms}/dt + dQ_v/dt + dQ_{as}/dt + dQ_r\,dt + + dQ_l\,dt + dQ_f\,dt - dQ_i\,dt = 0 \qquad (1)$$

în care:

dQ_{mc}/dt — aportul de căldură prin arderea materialului carbonos;

dQ_v/dt — aportul caloric prin arderea volatilelor;

dQ_{as}/dt, dQ_r/dt — aportul de căldură prin amestecul fluidului primar cu aerul secundar și respectiv cu gazele de ardere recirculate;

dQ_l/dt, dQ_f/dt — variația potențialului termic prin schimbul de căldură cu pereții focarului, prin radiație;

dQ_i/dt — creșterea energiei interne a jetului.

Condițiile care trebuie să fie îndeplinite se referă la atingerea unor nivele de temperatură necesară amorsării fenomenelor de degajare și respectiv ardere a diferitelor componente, precum și la epuizarea acestora în procesul de ardere.

Astfel, degajarea volatilelor are loc la $\theta \geqslant 100°C$, iar cel de ardere a volatilelor apare la $\theta \geqslant 200°C$, în timp ce arderea materialului carbonos se amorsează la $\theta \geqslant 400°C$.

Bilanțul caloric în secvența *DX* poate fi scris sub forma:

$$Q_i = Q_v(D_v^{deg})^* \cdot k_2 \cdot P_{O_2} \cdot A \cdot DX \cdot EXP((- - E_2/R_gT)/W) + Q_{mc} \cdot (D_{mc}^0)^* \cdot k_1 \cdot P_{O_2} \cdot A \cdot DX \cdot EXP((-E_1/R_gT/W) + m_r \cdot c_{pg} \cdot (T_r - T_0) + C_c \cdot \varepsilon \cdot F \cdot 10^{-8} \cdot (T_p^4 - T^4)/3600 + + C_c \cdot \varepsilon \cdot \cdot F_f \cdot 10^{-8} \cdot (T_f^4 - T^4)/3600 + + m_2^* \cdot c_p \cdot (T_2 - T_0)\ [\text{kcal/s}] \qquad (2)$$

în care, în afara mărimilor care intervin în (1), s-a notat:

D_v^{deg}, D_{mc}^0 — debite de volatile, respectiv de material carbonos;

K_1, K_2 — factori de frecvență;

P_{O_2} — concentrația de oxigen;

A — suprafața de reacție;

R_g — constanta gazelor perfecte;

E_1, E_2 — energii de activare;

T, T_r, T_0, T_p, T_f, T_2 — temperaturi absolute (fluid purtător, fluid recirculat, mediu din secvență, pereți focar, front flacără, fluid secundar);

DX — lungimea secvenței de calcul;

W — viteza în secțiune;

m_2, m_r — debite masice ale fluidului secundar și de recirculare;

c_p, c_{pg} — călduri specifice;
ε — coeficient de emisivitate;
F, F_f — suprafețe de calcul;
C_c — constanta lui Boltzmann;

În cadrul modelului matematic, înaintea procesului secvențial propriu-zis, se determină caracteristicile energetice ale cărbunelui analizat, pe baza analizei chimice și a puterii calorice inferioare raportate la diferite stări, precum și a cantității de aer necesar arderii și de gaze rezultate în urma arderii.

Analiza are loc pentru combustibilul considerat în ansamblu și diferențiat, pentru debitele de volatile și respectiv material carbonos. În această primă fază se determină și debitele de cărbune raportate la diferite stări, precum și debitele de volatile și de material carbonos. Modelul conține pentru fiecare secvență următoarele procese [3]:

a. Procesul de amestec al fluidelor componente cu determinarea:

— debitului de fluid total:

$$DGI = DEP + DFS + DFR + DGO \quad (3)$$

în care debitele *DFP*, *DFS*, *DFR* și *DGO* corespund fluidului primar, secundar, de recirculație și de intrare;

— compoziției masice:

$$N2A = (N2P \cdot DFP + N2S \cdot DFS + N2R \cdot DFR + N20 \cdot DG0)/DGI$$

$$02A = (02P \cdot DFP + 02S \cdot DFS + 02R\ DFR + 020 \cdot DGO)/DGI$$

$$C02A = (C02P \cdot DFP + C02S \cdot DFS + C02R \cdot DFR + C020 \cdot DGO)/DGI \quad (4)$$

$$S02A = (S02P \cdot DFP + S02S \cdot DFS + S02R \cdot DFR + S020 \cdot DGO)/DGI$$

$$H20A = (H20P \cdot DFP + H20S\ DFS + H20R \cdot DFR + H200 \cdot DG0)/DGI$$

— temperaturii amestecului de fluide:

$$TEME = (TFP \cdot DFP + TFS \cdot DFS + TFR \cdot DFR + TGO \cdot DGO)/DGI \quad (5)$$

— cantității totale de căldură conținută de fluide:

$$Q_1 = QP + QS + QR + QO \quad (6)$$

b. Procesul de schimb de căldură prin radiație cu pereții focarului: $QPR = k\ E \cdot AS\ [(TPFK/100)^4 - (TGIK/100)^4]$

$$Q2 = Q1 + QPR \quad (7)$$

$$DG2 = DG1$$

$$TG = Q2/(CSG \cdot DG2)$$

c. Procesul de degajare și de ardere a volatilelor:

$$DCVD = DCVI \cdot A \cdot DX \cdot K1 \cdot EXP\ ((-E1\ R/TG2K)/WEA)$$

$$ACVA = (DCVDI + DCVD) \cdot A \cdot DX \cdot 02A\ K2 \cdot EXP\ ((-E2/R/TG2K)/WEA)$$

$$Q3 = Q2 + DCVA \cdot PCIV$$

$$DG3 = DN2 + D02 + DC02 + DS02 + DH20 \quad (8)$$

$$TG3 = Q3/(CSG \cdot DG3)$$

d. Procesul de ardere a materialului carbonos:

$$DCMCA = DCMCI \cdot A \cdot DX\ 02A \cdot K3 \cdot EXP\ (-E3/R/TG3K)/WEA)$$

$$Q4 = Q3 + DCMCA \cdot PCIMC$$

$$DG4 = DN2 + D02 + DC02 + DS02 + DH20 \quad (9)$$

$$TG4 = Q4/(DG4 \cdot CSG)$$

Programul principal pune în evidență etapele proceselor de ardere și schimb de căldură, calculează și afișează în fiecare secvență debitele, căldurile dezvoltate și temperaturile fluidelor componente [3], ține seama de condițiile de ardere și de epuizare a fluidelor respective. Programul conține patru subrutine și anume:

— subrutina POLAR 1 care calculează prin interpolare liniară căldura specifică a gazelor componente, la temperaturile de lucru;

— subrutina BETA care calculează căldura specifică a amestecului de gaze pe baza căldurilor specifice individuale, calculate prin subrutina POLAR 1;

— subrutina GAMA care calculează și afișează compoziția fluidului de lucru pe baza compoziției și debitelor fluidelor componente (*N2A, 02A, C02A, S02A, H20A*);

— subrutina DELTA care calculează și afișează viteza amestecului în incinta camerei de ardere, pe baza greutăților specifice și a compoziției fluidului de lucru (*GN2, G02, GC02, GS02, GH20, N2A, 02A, CO2A, S02A, H20A*).

Programul calculează permanent compoziția fluidelor de ardere și concentrația de O_2 în fluid. Schema logică este prezentată în figura 1.

Datele inițiale reprezintă constante fizice, dimensiuni geometrice și date obținute experimental.

Datele de intrare se introduc prin instrucțiunile DATA (14 parametri), READ (7 para-

metri) sau direct (7 parametri), toate mărimile fiind considerate variabile reale.

Constantele fizice sînt:

K, E — constantele schimbului de căldură prin radiație;

E1, E2, E3 — energii de activare;

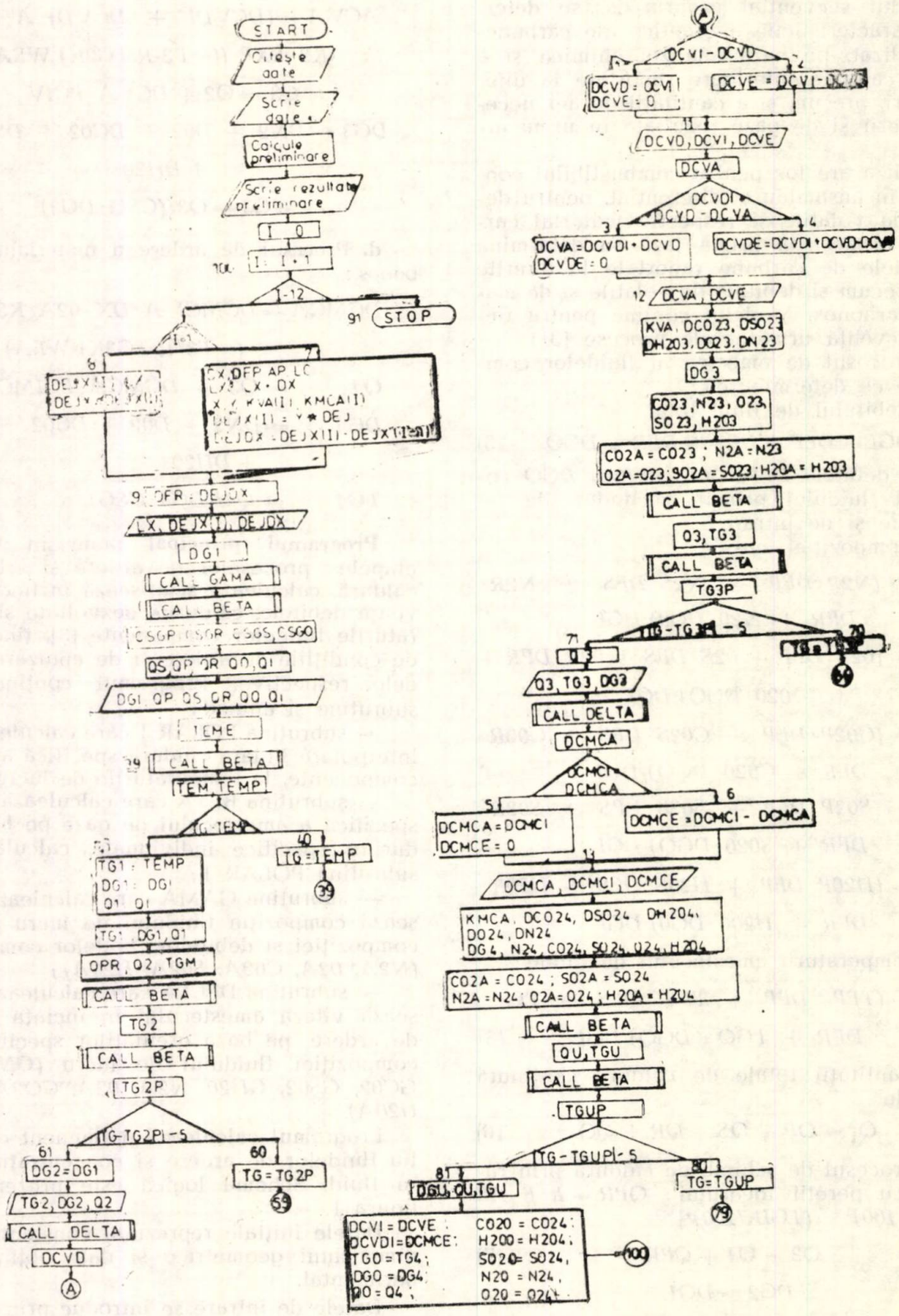


Fig. 1 Schema logică a programului.

R, GS, CSG — constantele gazelor.

Dimensiunile geometrice sînt:

DX — lungimea secvenței de calcul;

AS — aria secțiunii transversale;

DPC — diametrul particulei de cărbune;

AP — aria laterală a secvenței de calcul.

Datele inițiale obținute experimental sînt:

DCI — debitul de cărbune inițial;

CI, HI, OI, SCI, NI, WTI, AI, VI și *MCI* — analiza chimică și tehnică a cărbunelui;

DFP, DFS — debit fluid primar și secundar;

TPF — temperatura pereților focarului;

TFP, TPS, TFR — temperaturile fluidelor componente.

Rezultatele sînt scrise secvențial, urmărind etapele arderii. S-au realizat rulări pentru mai multe seturi de parametri, pentru două tipuri de combustibil. Pentru fiecare tip de combustibil s-au modificat proporția și modul de repartiție a fluidului recirculat, în funcție de rezultatele experimentale și coeficientul de exces de aer.

Spre exemplificare, se prezintă în figura 2 curbele caracteristice pentru unul din cazurile studiate (focar ciclon), în care parametrii termodinamici au fost obținuți în urma modelării la rece.

În diagrame se poate observa evoluția spațială, de-a lungul focarului, a temperaturii *(TG)*, a debitului caloric *(Q)*, a debitului de fluid *(DG)* și respectiv a debitului de fluid recirculat *(DEJX)*.

Cu ajutorul programului se pot determina: configurația geometrică optimă a camerei de ardere, proporția optimă de gaze recirculate necesare pentru stabilirea arderii, valoarea optimă a coeficientului de exces de aer, gradul de ardere a cărbunelui în prima zonă a focarului, schimbul de căldură prin radiație în focar la o răcire stabilă a pereților, gradientul de temperatură al fluidului în interiorul focarului, caracteristicile energetice ale cărbunilor utilizați în diferite stări.

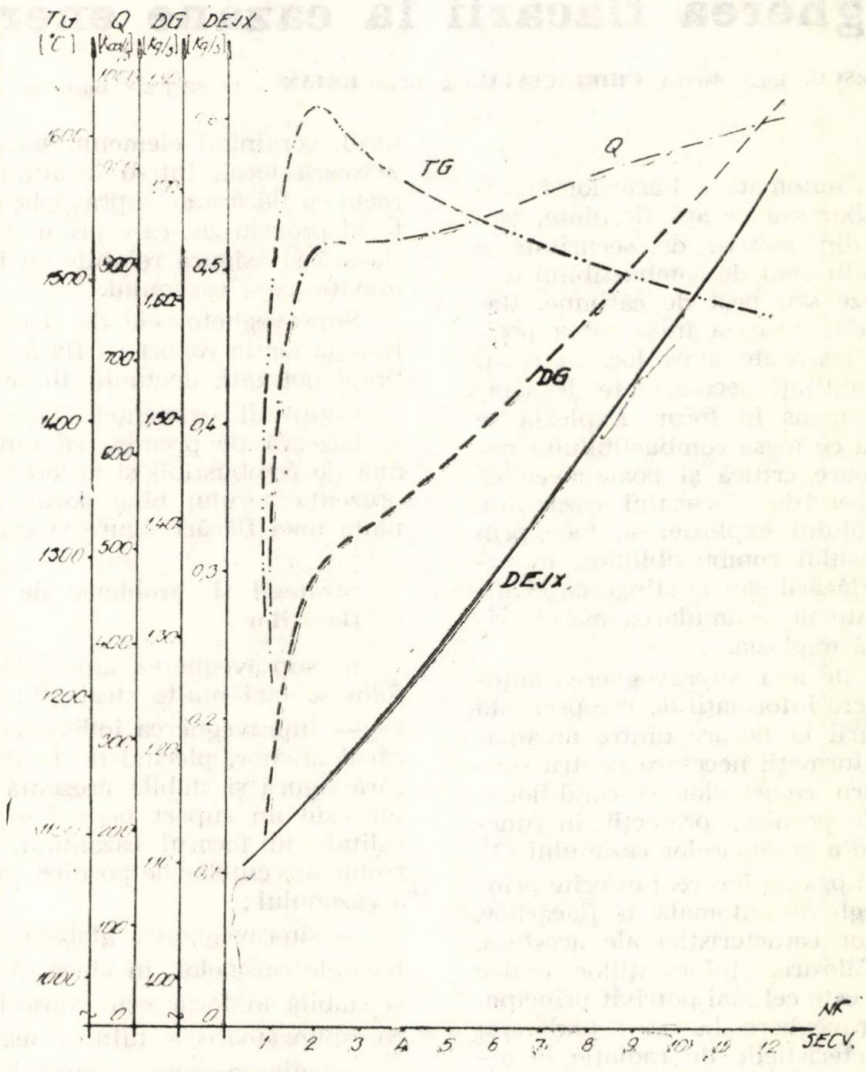


Fig. 2 Curbele caracteristice pentru unul din cazurile studiate (focar ciclon).

Programul de calcul a fost utilizat în cadrul I.C.S.I.T.E.E. pentru dimensionarea și proiectarea arzătorului turbionar în două trepte utilizat la cazanele de 100 t/h de la C.T.E. Doicești, pentru pornirea de la rece pe combustibil solid, precum și la arzătoarele cu încărcări termice ridicate ce se vor monta la cazanele de 30 și 50 t/h pentru combustibil solid, cu evacuarea lichidă sau solidă a zgurii.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Zelkowski, J.*: Analiza spalnia w paleniskah pylowych. Prace, Institutu Energetyki, Warszawa, 1975, p. 7—64.

[2] *Müller, I., Ciortan, T.*: Arderea combustibililor solizi pulverizați în mediu rece (procedeul ST—EN). In: „Energetica", 1985, vol. 33, nr. 3, p. 105—114.

[3] *Dogaru, M., Müller, I.*: Program de calcul pentru modelarea matematică a proceselor de ardere. In: „Energetica, supliment", 1984, vol. 6—7, p. 97—103.

[4] *Dimo, P.*: Programarea în FORTRAN. Editura didactică și pedagogică, Buc., 1971.

[5] x x x: I.B.M. Subrutine FORTRAN.

CZ : 662.992.8

Supravegherea flăcării la cazane energetice

Ing. Mihai **GEORGESCU**, ing. Mircea **CHIRIACESCU**, ing. Liviu **BEJAN** — I.C.S.I.T.E.E. București

Generalități

Supravegherea automată a flăcărilor la cazanele mari, de abur sau de apă fierbinte, este strict necesară, din motive de securitate a acestor cazane, indiferent de combustibilul utilizat: păcură, gaze sau praf de cărbune. Rațiunile de securitate vizează înlăturarea pericolului exploziei ce poate avea loc, în cazul aprinderii unei cantități necontrolate de combustibil nears, pătruns în focar. Explozia se produce de îndată ce masa combustibilului nears atinge o valoare critică și poate avea ca efect avarierea pereților focarului cazanului. Înlăturarea pericolului exploziei se face prin întreruperea accesului combustibilului, în cazul neaprinderii flăcării sau la stingerea ei întîmplătoare, înainte de acumularea masei critice care provoacă explozia.

În altă ordine de idei, supravegherea automată a flăcării oferă informații despre prezența sau absența flăcării la fiecare dintre arzătoarele cazanului, informații necesare pentru confirmarea executării comenzilor și condiționarea secvențelor de pornire, protecții în funcționare și oprire a arzătoarelor cazanului [2].

După ce, în timp, s-au încercat diferite principii de supraveghere automată a flăcărilor, pe baza diferitelor caracteristici ale acestora, s-a conchis că folosirea informațiilor optice oferite de flacără este cel mai potrivit principiu de aplicat în supraveghere. La ora actuală sînt folosite atît caracteristicile de radiație la ardere ale diferiților combustibili (fig. 1), cît și caracteristicile de pîlpîire ale flăcărilor în procesul de ardere.

Pentru supravegherea automată a flăcărilor, au fost realizate diferite variante de aparate, denumite „supraveghetoare de flacără" și constituite, principial, din două părți: detectorul, conținînd elemente sesizoare ce se amplasează local, într-o legătură optică sau directă cu flacăra de supravegheat și supraveghetorul propriu-zis, care prelucrează semnalul de flacără și asigură relațiile cu instalația de automatizare a cazanului.

Supraveghetoarele de flacără își realizează funcția lor în raport cu flacăra, în cadrul unor timpi normați, denumiți timpi de siguranță.

Controlul existenței flăcării unui arzător se bazează pe premisa că introducerea continuă de combustibil și arderea sa completă, în prezența aerului bine dozat, conduc la existența unei flăcări sigure și stabile.

Strategii și probleme de supraveghere a flăcărilor

În supravegherea automată a flăcărilor se folosesc mai multe strategii:

— supravegherea individuală a flăcării fiecărui arzător, plecînd de la premisa că o flacără sigură și stabilă prezentă la fiecare arzător este un suport pentru o ardere de bună calitate în focarul cazanului, favorizînd controlul secvențelor de pornire, protecție și oprire a cazanului;

— supravegherea globală a flăcărilor din focarele cazanelor, în ideea că o flacără sigură și stabilă în focar este consecința funcționării corespunzătoare a tuturor arzătoarelor;

— supravegherea complexă a flăcărilor, atît a flăcării fiecărui arzător, cît și a flăcării din focar.

Problematica supravegherii flăcărilor nu este deloc simplă; existența simultană în focarul cazanului a mai multor flăcări de gaze naturale și/sau păcură aflate în diferite pozi-

ții relative, de multe ori și pe fond de cărbune arzînd, dă măsura complexității acestei problematici.

În mod concret, supravegherea flăcării trebuie să satisfacă o serie de exigențe :

— independența de operatorul uman, subiectiv (de exemplu, supravegherea flăcărilor din focar cu ajutorul instalațiilor T.V. alb-negru sau color depinde, în ultimă instanță, de capacitatea de observare, antrenamentul și experiența unui operator uman) ;

apară în mare măsură numai în treimea inițială a flăcării. Acesta permite ca supravegherea flăcărilor de gaze naturale să se obțină preponderent prin detectarea și prelucrarea semnalelor din spectrul UV.

Procedeul cel mai selectiv de supraveghere a flăcării de gaz este cel cu tijă de ionizare (TI), bazat pe detectarea efectului de redresare pe care îl produce prezența flăcării, în contact cu o pereche de electrozi între care se aplică o tensiune alternativă. Procedeul este eficient la

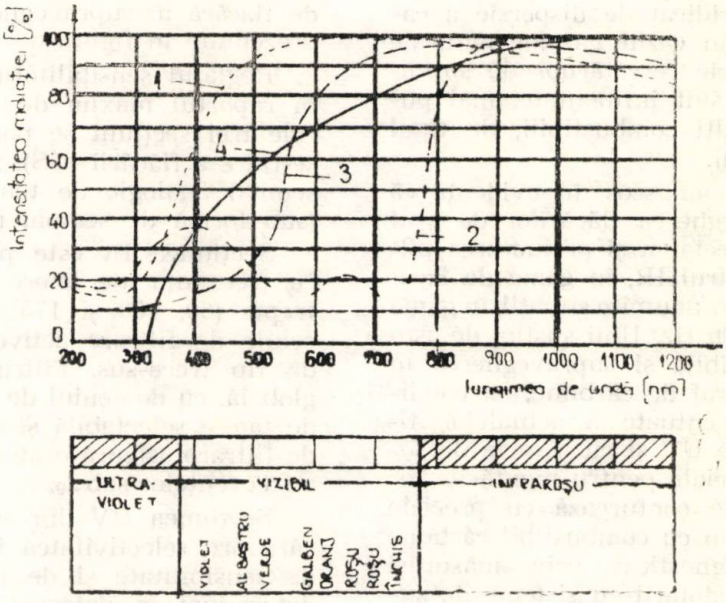


Fig. 1 Radiațiile existente în focar [1].

1 — păcură ; 2 — gaz ; 3 — cărbune praf ; 4 — părți incandescente.

— autocontrolul (înlăturarea posibilității de a se genera semnale false de „prezență flacără", ca urmare a defectării supraveghetorului) și posibilitatea verificării funcționalității în stare de funcționare ;

— selectivitatea, ceea ce înseamnă capacitatea unui supraveghetor de flacără de a sesiza stările „aprins" sau „stins" ale flăcării supravegheate, indiferent dacă mai există sau nu alte flăcări în focar, în oricare din regimurile de funcționare a cazanului ;

— fiabilitate mare, în condiții grele și foarte grele de lucru ;

— mentenabilitate bună (întreținere simplă și comodă).

Supravegherea flăcărilor se face diferențiat, pentru fiecare tip de combustibil. Din figura 1 se remarcă faptul că în zona de radiație ultravioletă (UV), flacăra de gaze naturale are intensitatea preponderentă față de radiațiile flăcărilor de păcură, cărbune și ale părților incandescente ale focarului. Ca sursă de UV în zona de ardere, se consideră combinarea oxigenului cu radicalii de hidrogen care, fiind de foarte scurtă durată, face ca radiația UV să

flăcările de gaz cu o formă stabilă.

O altă zonă de radiație care se remarcă din figura 1 este cea situată în infraroșu (IR), zonă în care emit puternic toate flăcările și elementele incandescente din focar. Radiația IR apare în zona periferică și de sfîrșit a flăcării.

Cercetările întreprinse au evidențiat că radiațiile au, datorită pulsațiilor flăcărilor, o modulație în intensitate (pîlpîire) care are frecvențe cuprinse în principal în domeniul $3 \div 600$ Hz. Această frecvență de pîlpîire este, în general, nedependentă de raporturile geometrice ale focarului și de rezonanța proprie a acestuia, dar este influențată de modul de reglare a flăcării (raportul combustibil-aer). Amplitudinea maximă de pîlpîire a flăcării de gaze este, în general, de $100 \div 250$ ori mai mică decît a flăcării de păcură, în spectrul de radiație IR. Amplitudinea maximă de pîlpîire a flăcărilor de păcură se situează în jurul frecvențelor de 80 — 100 Hz [3]. Aceste concluzii au condus la ideea supravegherii flăcărilor de păcură prin detectarea și prelucrarea semna-

lelor de pîlpîire a flăcărilor în spectrul IR și, uneori, prin prelucrarea asemănătoare a semnalelor de flacără din spectrul vizibil.

Supravegherea flăcărilor de praf de cărbune este mult mai dificilă, aflîndu-se, sub o serie de aspecte, încă în faza căutărilor. Actele normative, inclusiv cele din străinătate, reflectă stadiul actual al cercetărilor în acest domeniu, prevăzînd necesitatea dar nu și obligativitatea supravegherii flăcărilor de praf de cărbune, din cazane. Ținînd cont de faptul că, în funcție de tip și calitate, există, pentru cărbune, un grad mai ridicat de dispersie a caracteristicilor, decît în cazul gazelor naturale sau păcurii, rezultatele cercetărilor de supraveghere a flăcărilor sînt influențate, mai puternic, decît la ceilalți combustibili, de tipul și calitatea cărbunelui.

Cercetări recente au scos în evidență că este posibilă supravegherea flăcărilor de praf de cărbune, prin detectarea și prelucrarea pîlpîirii flăcării în spectrul IR, în gama de frecvențe 3÷40 Hz, iar în anumite situații, în gama de frecvențe 200 ... 600 Hz. Unii susțin, de asemenea, că este credibilă și supravegherea în UV a flăcărilor de praf de cărbune, cu condiția îmbunătățirii accentuate a actualelor tipuri de detectoare de UV și cu o serie de soluții constructive speciale pentru montările lor pe cazan. Oricum, se conturează cu precizie faptul că fiecare cazan cu combustibil cărbune va trebui să fie diagnosticat prin măsurări specifice, în vederea dotării cu sisteme de supraveghere a flăcărilor de cărbune praf.

Supraveghetoare de flacără realizate în I.C.S.I.T.E.E.

La începutul acestui deceniu, în cadrul I.C.S.I.T.E.E. București, au fost luate în studiu problematicile supravegherii flăcărilor la cazane energetice, în scopul realizării unor supraveghetoare de flacără destinate să satisfacă exigențele actuale din acest domeniu, în vederea dotării cazanelor energetice cu supravegherea de flacără necesară și înlocuirii vechilor supraveghetoare, indigene sau din import, care nu mai corespund în exploatare. Pînă în prezent, în cadrul I.C.S.I.T.E.E., au fost realizate 12 tipuri de supraveghetoare de flacără cu trei tipuri de detectoare, asigurînd în cele mai bune condiții supravegherea flăcărilor de gaze naturale sau/și de păcură, inclusiv pe fond de cărbune arzînd. Produsul reprezentativ al acestei game este supraveghetorul de flacără SACE—221 cu detectorul adecvat DAM—31 (figura 2).

DAM 31 este un detector de flacără mixt, fiind prevăzut cu elemente sensibile în UV și IR.

SACE 221 este un supraveghetor de flacără combinat, avînd trei secțiuni distincte de prelucrare a informației de flacără (UV + IR + + TI) cu ieșiri independente. Concepția acestui aparat este originală, avînd înglobate două invenții brevetate. Necesitatea realizării acestui supraveghetor combinat a apărut datorită faptului că majoritatea arzătoarelor cazanelor energetice mari se realizează în țară pentru gaz și/sau păcură, fiind prevăzute cu un aprinzător pe gaz dotat cu tijă de ionizare, astfel încît supravegherea flăcării unui astfel de arzător reclamă un aparat dotat cu aceste trei principii de sesizare a flăcării.

Schemele-bloc de prelucrare a semnalelor de flacără în supraveghetorul SACE—221 sînt prezentate în figura 3.

Reglajul sensibilității se face în 10 trepte, în raportul maxim de 1 : 100. Pe fiecare din cele trei secțiuni se poate măsura nivelul de sesizare a flăcării (NS), fie local (sub formă de semnal analogic de tensiune), fie la distanță (sub formă de semnal unificat de curent).

Secțiunea IR este prevăzută cu un filtru cu frecvența de tăiere f_0 selectabilă în trei trepte (60, 100 și 175 Hz), compus din două celule de filtrare active, cu reacție multiplă, de tip trece-sus. Filtrul are o caracteristică globală, cu domeniul de trecere între frecvența de tăiere selectabilă și 1000 Hz. Caracteristica de filtrare asigură o atenuare de 80 dB/decadă a frecvențelor sub f_0.

Secțiunea UV din supraveghetorul de flacără are selectivitatea influențată de reglajul de sensibilitate și de numărul de impulsuri, determinat în detector de intensitatea radiației UV. Semnalul analogic NS la ale cărui valori inferioare apare semnalul „lipsă flacără", are o caracteristică proporțională (pe zona utilă) cu numărul de impulsuri

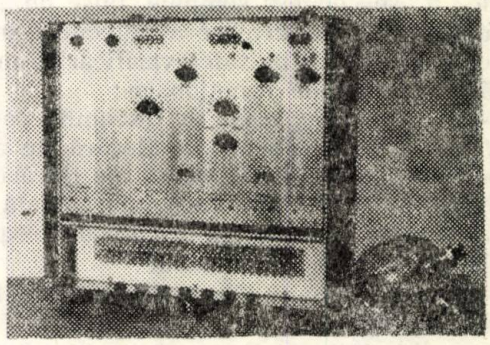


Fig. 2 Supraveghetorul de flacără SACE—221 și detectorul de flacără DAM—31.

pe calea de semnal de la detector, avînd panta dependentă de reglajul de sensibilitate. Limita de selectivitate este dată de numărul maxim de impulsuri la care se poate obține semnalul „lipsă flacără" la sensibilitatea minimă și anume circa 100 imp/s. Treptele inferioare de reglaj al sensibilității sînt prevăzute pentru supravegherea unor flăcări cu radiație UV bogată și asigură o selectivitate mai

bună, iar treptele superioare ale sensibilității sînt prevăzute pentru supravegherea unor flăcări cu o radiație UV mai săracă, dar sînt defavorabile selectivității. De fapt, este cunoscut că sensibilitatea și selectivitatea sînt caracteristici contradictorii ale supraveghetoarelor de flacără și că, de regulă, se acceptă un compromis între ele.

Secțiunea IR din supraveghetorul de flacără, care sesizează pîlpîirea flăcării în IR, are selectivitatea influențată de amplitudinea

Perspective în supravegherea flăcărilor la cazane mari

Viitorul apropiat în domeniul supravegherii flăcărilor la cazane mari se conturează cu suficientă claritate. Perfecționările urmăresc, printre altele, următoarele aspecte [4]:

— perfecționarea geometriei de vizare a flăcărilor, mergînd pînă la realizarea de arzătoare și cazane prevăzute cu locuri de vizare poziționate optim;

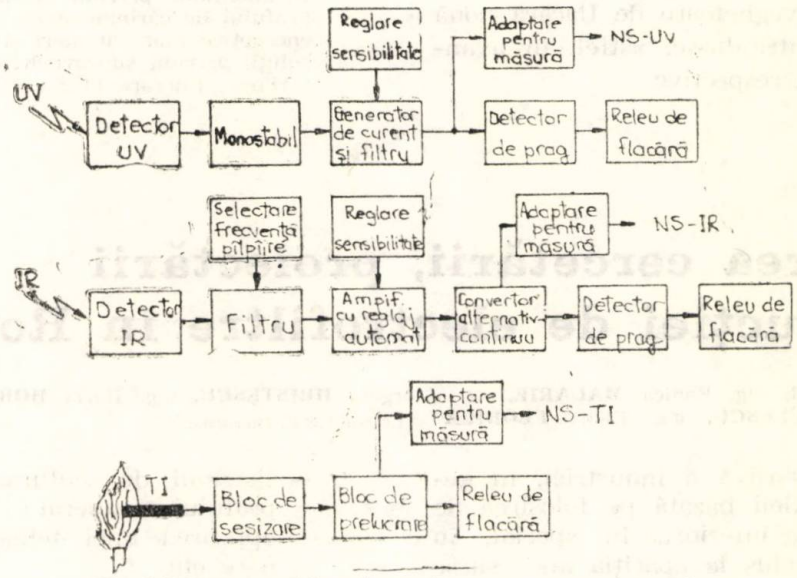


Fig. 3 Schema — bloc de prelucrare a semnalelor de flacără în supraveghetorul de flacără SACE—221.

și frecvența pîlpîirii și de iluminarea medie prezentată de flacără, precum și de reglajele de sensibilitate și de frecvențe de pîlpîire proprii. Semnalul analogic NS are o caracteristică quasiproporțională cu amplitudinea pîlpîirii flăcării, în banda de frecvență selectată și în domeniul de iluminare admis, avînd panta dependentă de reglajele de sensibilitate și de frecvența de pîlpîire.

Secțiunea TI a aparatului SACE—221 nu diferă, constructiv, foarte mult de concepția supraveghetoarelor clasice cu TI, care este destul de perfecționată.

SACE 221 dispune de un autocontrol eficace, intrinsec pe secțiunea TI (și prin dublarea căii de semnal) pe secțiunile UV și IR.

Supraveghetoarele de flacără concepute și realizate în cadrul I.C.S.I.T.E.E. București au fost verificate cu succes pe o serie de cazane mari, de 420 t/h și 1035 t/h, cu combustibil de bază lignit și combustibili de pornire și susținere gaze naturale și păcură, demonstrînd reușita concepției și calitatea realizării. În prezent, întreaga gamă de supraveghetoare se realizează în serie, în cadrul secției de microproducție a I.C.S.I.T.E.E.

— realizarea de noi tipuri de detectoare de semnal de flacără, conținînd o optică perfecționată, traductoare specializate și echipate, într-un grad oarecare, cu dispozitive electronice pentru amplificarea locală și transmiterea semnalelor;

— ridicarea gradului de insensibilitate a supraveghetoarelor la perturbațiile provocate de cîmpul electromagnetic înconjurător;

— realizarea din materiale noi a părților deosebit de solicitate termic și mecanic;

— realizarea de supraveghetoare numerice, inclusiv în structuri de microcalculatoare specializate;

— realizarea de supraveghetoare universale, adaptabile la oricare combustibil (gaze, păcură, cărbune);

— îmbunătățirea autocontrolului, robusteții, fiabilității și mentenabilității.

Este de așteptat ca într-un timp destul de scurt să se facă pași noi în direcția supravegherii sigure a flăcărilor de praf de cărbune, deși, la ora actuală, nu există realizări de vîrf, decît în unele țări avansate.

O tendință vizibilă este ca, pe bazele legăturii care există între caracteristicile radiații-

lor flăcării și calitatea arderii, supraveghetoarele de flacără să devină, într-o nouă generație de aparate, analizoare ale calității arderii, livrînd semnale necesare optimizării raportului combustibil-aer și jalonînd o nouă strategie de automatizare a cazanelor [3].

Pînă la sfîrșitul actualului cincinal, în cadrul I.C.S.I.T.E.E. se va urmări completarea gamei de supraveghetoare de flacără cu supraveghetoare de flacără de praf de cărbune, care, prin concepție și destinație, vor constitui o generație de supraveghetoare de flacără nouă în țara noastră, intrîndu-se, astfel, în avangarda problematicii respective.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Mindermann, von K—H.:* Die neue Flammenwächter — Generation zum selektiven überwachen und Bewerten von Flammen aus festen, flüssingen und gasförmingen Brennstoffen. In „Gas Wärme International", vol 31, nr 2/3, 1982.

[2] *Melinte, T., Gergescu, M., ș.a.:* Supravegherea flacării arzătoarelor de păcură și de gaze pe fond de praf de cărbune. In „Energetica supliment', anul XI, vol. 6—7, 1984.

[3] *Hubrich, K.:* Eutwiklungsstand der Flammenüberwachung. In „Brennstoff — Wärme — Kraft", vol. 36, nr. 6, 1984.

[4] *Georgescu, M., Chiriacescu, M., ș.a.:* Măsurări termotehnice privind compoziția spectrală a prafului de cărbune arzînd în focarele cazanelor energetice mari cu mori și studiu comparativ de soluții privind supravegherea flăcării de praf de cărbune. Lucrare I.C.S.I.T.E.E. — București 1986.

CZ : 621.318

Dezvoltarea cercetării, proiectării și construcției de electrofiltre în România

Dr. ing. Ioan **NISTOR**, ing. Rodica **MACARIE**, ing. Georgeta **HRISTESCU**, ing. Horia **DOBRA**, sing. Ecaterina **ZISSULESCU**, ing. Elena **FLORICĂ** — I.C.S.I.T.E.E. București

Dezvoltarea intensivă a industriei, în general, și a energeticii bazată pe folosirea de combustibili solizi inferiori, în special, în țara noastră, a condus la apariția unor surse industriale poluante.

Aceasta a stimulat preocuparea tehnicienilor pentru realizarea unor instalații de desprăfuire electrică, capabile să trateze debite foarte mari de gaze, cu performanțe ridicate.

Electrofiltrele pot fi utilizate în toate industriile generatoare de gaze purtătoare de particule solide sau lichide.

La noi în țară principalele industrii în care se utilizează electrofiltrele sînt :

— industria siderurgică, precum și cea metalurgică feroasă și neferoasă ;
— industria materialelor de construcții ;
— industria energetică ;
— industria chimică.

Separarea electrostatică a particulelor solide sau lichide se bazează pe trei procese fundamentale :

— încărcarea lor într-un cîmp electrostatic ;
— colectarea pe electrozii de depunere ;
— îndepărtarea prafului corelat ; transportul și evacuarea lui din instalație. [1 ; 2 ; 3]

Fiecare proces tehnologic generator de gaze impurificate cu particule solide necesită proiectarea unui electrofiltru adaptat procesului prin :

— tipul echipamentului interior ;
— forma undei de tensiune aplicată ;
— sistemul de scuturare și evacuare a prafului recuperat ;
— aplicarea unei tehnologii de condiționare etc.

Desprăfuirea electrică cu randament maxim a unui mediu bifazic este dependentă de execuția utilajului în întreprinderile furnizoare de echipamente specializate și mai ales de montajul acestuia.

Eficiența separării depinde de realizările în bune condiții a celor trei etape fundamentale și anume :

— încărcarea particulelor, determinată de nivelul de tensiune „corona", realizat între electrozii de emisie și depunere și anume de respectarea riguroasă a distanței dintre electrozii alimentați de la același echipament de IT (nivelul de tensiune stabilindu-se pentru distanța cea mai mică) și de concepția și calitatea echipamentului de înaltă tensiune (IT) ;

— colectarea particulelor este determinată de alegerea corectă a electrozilor de emisie și depunere, în funcție de natura și caracteristicile fizico-chimice ale materialelor colectate, precum și de eficiența sistemului de scuturare a electrozilor de emisie și depunere, sau de sistemele de stropire și spălare ale electrozilor ;

— alegerea tipului de dispozitiv de transport al materialelor colectate, precum și evacuarea etanșă a acestora în mod sigur și permanent.

Prin cercetări de laborator efectuate pe instalații pilot sau semiindustriale, atît în țara

noastră cît și la nivelul mondial, în utilmul timp, s-au făcut progrese importante în construcția și exploatarea electrofiltrelor.

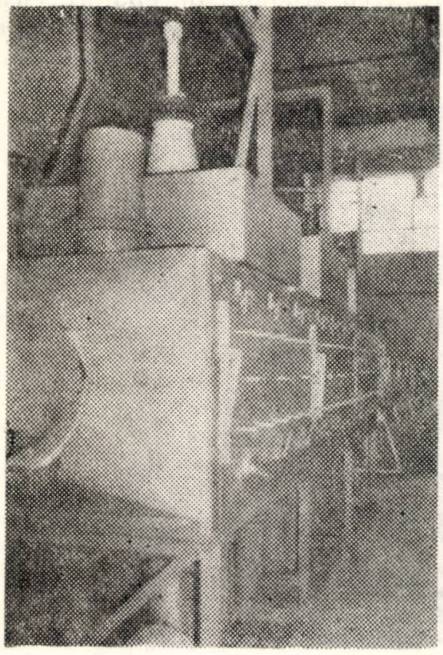


Fig. 1 Electrofiltru experimental — stand I.C.S.I.T.E.E. cu caracteristicile :
— debitul de gaze : Q=1000 — 4000 m^3/h ;
— temperatura gazelor : T=335 — 575 K ;
— concentrația prafului la intrare în electrofiltru : C_i = 5 — 200 g/m^3_N.

La noi în țară, pe baza studiilor și cercetărilor, s-au adus îmbunătățiri la :

— forma și dimensiunile electrozilor de depunere și emisie ;

— schimbarea sistemelor de scuturare a electrozilor de emisie și electrozilor de depunere, cu dispozitive mai robuste și mai sigure în funcționare ;

— realizarea de echipamente de IT, cu tensiunea de vîrf de 111 kV, pentru industria energetică, la electrofiltrele atașate cazanelor energetice mari, ce folosesc drept combustibil lignit și șisturi bituminoase.

Cercetările efectuate au urmărit, ca direcție principală, stabilirea parametrilor care influențează gradul de separare și implicit viteza de migrație, pentru un mediu bifazic dat, pentru care nu existau date de proiectare.

Pe baza cercetărilor, s-au proiectat, montat și pus în funcțiune electrofiltre pentru :

— epurarea gazelor rezultate în urma arderii șisturilor bituminoase în cazane energetice ;

— epurarea gazelor rezultate din calcinarea fosforitelor și a diatomitei ;

— epurarea gazelor rezultate din procesul de măcinare cu mori a cărbunelui ;

— epurarea gazelor rezultate din cuptoarele de calcinare a hidroxidului de magneziu ;

— epurarea gazelor de ardere a materialului de ionizare, rezultat în instalația de producere a energiei electrice prin conversie MHD.

Cercetările pe instalațiile industriale aflate în exploatare au urmărit îmbunătățirea performanțelor acestora.

În acest sens, s-au efectuat cercetări complexe pentru optimizarea funcționării unor instalații, determinîndu-se cîmpurile de viteze, regimul optim de scuturare a electrozilor de depunere pe cîmpuri (pentru evitarea reantrenării cenușii colectate), precum și creș-

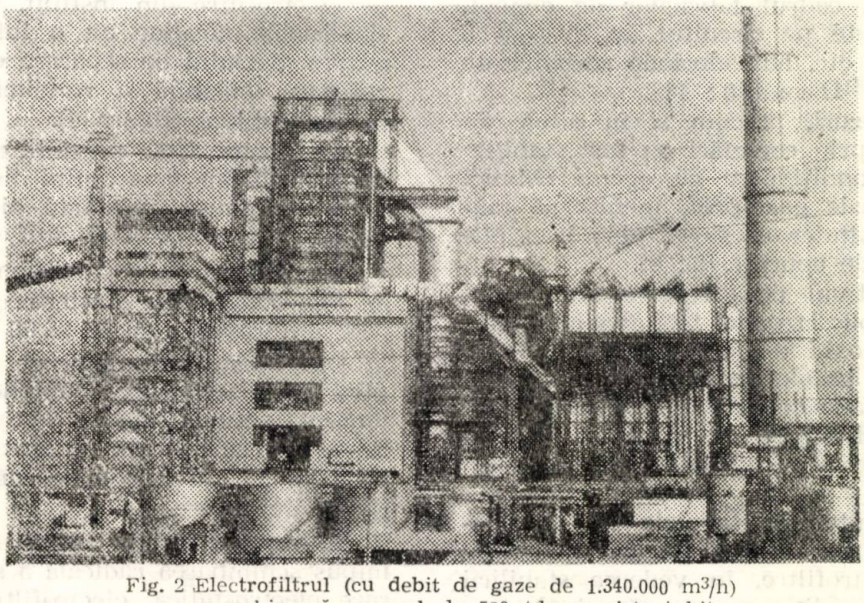


Fig. 2 Electrofiltrul (cu debit de gaze de 1.340.000 m^3/h) ce echipează cazanul de 520 t/h pe șisturi bituminoase.

terea nivelului maxim de tensiune înaltă în filtre.

Aceste cercetări au condus la o funcționare, cu randamente superioare, a instalațiilor de desprăfuire electrică a grupurilor de 330 MW., a cuptorului de clincher de la linia de ciment de 3000 t/zi, precum și a benzilor de aglomerare cu minereu de fier etc.

— reducerea de trei ori a cantității de apă folosită în turnurile de condiționare ;

— recuperarea intensă de materii prime, prin creșterea gradului de epurare electrostatic, și — implicit — micșorarea concentrației de praf la ieșirea din electrofiltru ;

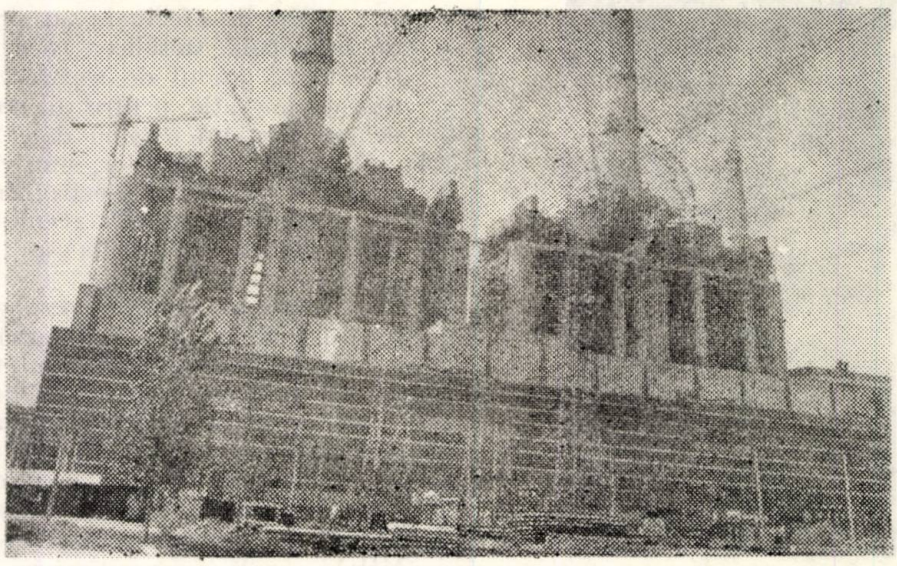


Fig. 3 Electrofiltrul (cu debit de gaze de 1.700.000 m^3/h) ce echipează cazanul de 1035 t/h pe lignit.

Sursele de poluanți industriali produc aerosoli a căror rezistivitate electrică nu se află întotdeauna în domeniul favorabil desprăfuirii electrostatice ($10^4 - 10^{11}\ \Omega$ cm).

Astfel, cenușile rezultate din arderea cărbunilor cu un conținut mic de sulf (sub 1%), sau de apă, prafurile rezultate din cuptoarele de clincher din cadrul fabricilor de ciment, prafurile rezultate pe circuitul de by-pass a acelorași fabrici etc. au valori de rezistivitate situate peste $10^{11}\Omega$ cm [10 ; 11].

În aceste cazuri, precum și în altele de aceeași natură, prin cercetări au fost stabilite tehnologii de condiționare cu agenți chimici a mediului bifazic gaze-praf, menite să mărească conductivitatea acestora, pînă la o eficiență maximă de epurare [5 ; 6].

Astfel, colectivul de cercetare din cadrul I.C.S.I.T.E.E. a pus la punct tehnologia de condiționare, cu bioxid de sulf, trioxid de sulf, sau amoniac, a gazelor rezultate din arderea lignitului în cazane energetice, precum și tehnologia de condiționare cu săruri alcaline a gazelor rezultate din cuptoarele de calcinare a clincherului.

Datele prezentate în tabelele 1 și 2 ilustrează o parte din cercetările efectuate pe standul de electrofiltre, în vederea stabilirii tehnologiei de condiționare cu săruri alcaline a gazelor rezultate din cuptoarele de calcinare a clincherului. Pe lîngă o creștere sensibilă a gradului de desprăfuire, această condiționare conduce la următoarele avantaje :

— reducerea consumului de metal, prin reducerea dimensiunilor electrofiltrului și a turnului de condiționare.

Cenușa rezultată din arderea lignitului în cazane energetice este un poluant cu rezistivitate electrică situată peste $10^{11}\Omega$ cm.

Dintre agenții chimici testați pe standul de electrofiltre din institut, trioxidul de sulf și sărurile alcaline au o influență deosebită asupra gradului de separare electrostatic, prin mărirea sensibilă a conductivității electrice în electrofiltru (figura 4).

În tabelul 3, se prezintă rezultatele condiționării cu SO_3 a mediului dispers gaze de ardere — cenușă, rezultată din arderea unui cărbune cu conținut de sulf $< 1\%$.

Se observă că o condiționare cu 20 ppm de SO_3 conduce la creșterea gradului de epurare electrostatic de la 96,68 la 99,30 %.

Dar aceste tehnologii de condiționare implică instalații anexe complicate și în plus tendința actuală este de a se desulfura mediul dispers rezultat din arderea combustibililor solizi și a nu introduce compuși de sulf în gazele de ardere.

Avînd în vedere aceste considerente, s-a impus schimbarea radicală a soluțiilor de epurare electrostatică, electrofiltrele clasice neputînd asigura randamentele impuse.

Se pregătesc, în prezent, instalații ce fac obiectul fabricației unor noi tipuri de electrofiltre, corespunzătoare noilor condiții impuse

Condiționarea cu soluție apoasă de carbonat de sodiu, pentru îmbunătățirea performanțelor electrofiltrului

TABELUL 1

Viteza gazelor in electrofiltru	Temperatura la intrare in electrofiltru	Temperatura punctului de rouă al apei	Tensiunea de alimentare	Pasul dintre electrozi	Agent de condiționare	Concentrația de praf la intrare in electrofiltru	Concentrația de praf la ieșire din electrofiltru	Randament epurare electrostatică
V	T	T_r	U	2h		C_i	C_e	η
m/s	K	K	kV	m		g/m^3N	g/m^3N	%
	433	311	24			30,24	0,330	98,91
	453	308	23			28,87	0,335	98,84
	453	303	22	0,250	apă	39,98	0,348	99,13
	453	303	22			60,71	0,366	99,40
	433	313	26			32,40	0,054	99,83
0,8	443	311	24			14,80	0,050	99,66
	443	311	27		Na_2CO_3	15,61	0,050	99,68
	444	311	26	0,250	sol. 2%	24,34	0,054	99,78
	445	310	28			38,54	0,056	99,85
	448	309	23			47,97	0,060	99,87
	453	311	24			50,12	0,063	99,87
	433	310	20			28,20	0,372	98,68
	503	310	20	0,250	apă	17,00	0,272	98,40
1,0	515	310	20			17,91	0,270	98,43
	433	313	20			27,40	0,122	99,55
	511	313	20	0,250	Na_2CO_3	14,64	0,095	99,35
	511	313	20		sol 2 %	15,01	0,099	99,34
	513		20			17,51	0,126	99,28

Condiționarea cu săruri alcaline pentru îmbunătățirea performanțelor electrofiltrului

TABELUL 2

Viteza gazelor în electrofiltru	Temperatură gaze la intrarea în electrofiltru	Temperatura punctului de rouă al apei	Tensiunea de alimentare	Pasul dintre electrozi	Agent de condiționare	Concentrația de praf la intrare în electrofiltru	Concentrația de praf la ieșirea din electrofiltru	Randament epurare electrostatică
V	T	τ	U	$2h$		C_i	C_e	η
m/s	K	K	kV	m		g/m^3N	g/m^3N	%
0.8	443	308	22	0.250	apă	25,40	0,428	98,31
	443	306	22			28,20	0,450	98,40
	453	308	22			18,12	0,370	97,97
	453	303	22			28,70	0,460	98,40
	493	308	20			28,50	0,480	98,31
	433	313	30	0.250	NaCl sol 2%	18,40	0,128	99,30
	443	313	30			26,80	0,130	99,51
	443	313	30			36,50	0,142	99,61
0.8	433	313	30	0.250	Na_2SO_4 sol 2%	11,41	0,118	98,96
	433	313	30			25,08	0,130	99,48
	443	313	30			26,78	0,138	99,48
	443	313	29			27,51	0,141	99,49
	473	313	29			32,54	0,150	99,54

Rezultatele condiționării cu SO_3 a mediului bifazic, gaze de ardere - cenușă rezultate din arderea cărbunelui cu conținut de sulf mai mic de 1%

TABELUL 3

Viteza gazelor în electrofiltru	Pasul dintre electrozi	Concentrație SO_3	Temperatură gaze la intrarea în electrofiltru	Temperatura punctului de rouă al apei	Tensiune alimentare secundar	Concentrație cenușă intrare electrofiltru	Concentrație cenușă ieșire electrofiltru	Randament epurare electrostatică
V	$2h$		T	ϑ	U_2	C_i	C_e	η
m/s	m	ppm	K	K	kV	g/m^3N	g/m^3N	%
1,72	0,300	0	423	301	41	37,023	1,231	96,68
						69,537	1,567	97,74
						72,142	1,645	97,72
1,72	0,300	10	423	301	42	36,980	0,408	98,89
						38,758	0,489	98,74
						39,969	0,527	98,68
						40,279	0,624	98,45
1,72	0,300	20	423	301	46	47,630	0,328	99,31
						53,681	0,376	99,30
						58,225	0,399	99,31
1,72	0,300	25	423	301	46	37,801	0,283	99,25
						39,650	0,334	99,16
						45,757	0,343	99,25
1,72	0,300	30	423	301	46	36,878	0,306	99,17
						38,216	0,313	99,18
						38,991	0,339	99,14
1,72	0,300	40	423	301	48	34,805	0,301	99,13
						37,318	0,312	99,16
						37,678	0,308	99,18

de normele de protecție a mediului și noilor tendințe apărute în construcția electrofiltrelor [7] :

— mărirea distanței dintre electrozii de depunere ;

— îmbunătățirea alimentării cu energie electrică ;

— activarea prin impulsuri.

Există deja în construcție electrofiltre cu pas de 0,350 m și se pregătește, prin cercetări, proiectarea electrofiltrelor cu pas de 0,400 m.

Prin trecerea la electrofiltre cu pas mărit, se obțin următoarele avantaje :

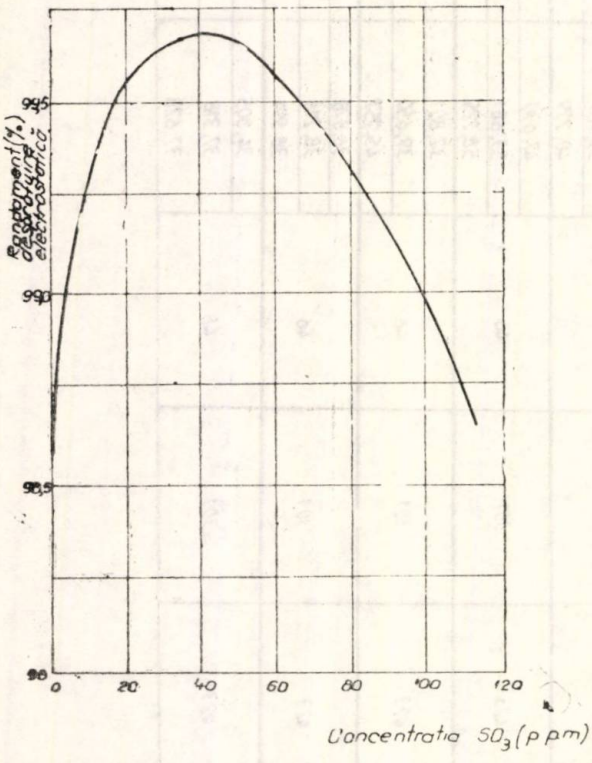


Fig. 4 Variația randamentului de desprăfuire în funcție de concentrația SO_3.

— reducerea greutății totale a electrofiltrului și implicit reducerea prețului de cost, prin reducerea numărului de panouri cu electrozi de depunere și rame cu electrozi de emisie în aceeași carcasă ;

— reducerea prețului de montaj, care este ușurat de distanțele mari dintre panourile de depunere ;

— economii obținute la întreținere, (se reduc perioadele de timp necesare revizuirii și reparațiilor) ;

— funcționare stabilă (acumulările de praf de pe electrozi și deplasările acestora afectează într-o măsură mai mică nivelul tensiunii de alimentare).

Performanța unui electrofiltru cu caracteristici mecanice și funcționale bune este determinată de parametrii electrici, deci de nivelul tensiunii de alimentare.

Electrofiltrul trebuie exploatat la valori înalte ale tensiunii de alimentare, acestea asigurînd un cîmp electric intens, deci o ionizare bună a particulelor. Dar în cazul mediilor disperse, ce conțin prafuri cu rezistivitate foarte mare, aceste valori ridicate ale tensiunii nu se obțin, apărînd descărcări inverse pe stratul de praf colectat.

Prin suprapunerea impulsurilor de înaltă tensiune cu durată scurtă, peste tensiunea de curent continuu, cu ajutorul unui generator de impulsuri, se înlătură aceste neajunsuri. În timpul unui impuls, are loc încărcarea compactă a particulelor de praf, iar în pauza dintre impulsuri particulele colectate pe electrodul de depunere cedează sarcina primită.

S-a realizat în cadrul institutului instalația experimentală de alimentare a electrofiltrelor cu impulsuri de înaltă tensiune, avînd caracteristicile generatorului de impulsuri livrat de ICEMENERG :

— valoarea tensiunii impulsului : 100 kV ;

— durata impulsurilor : 100—150 μs ;

— frecvența de repetiție a impulsurilor : 200 — 250 imp/s ;

— energia maximă de impuls : 0,4 kj.

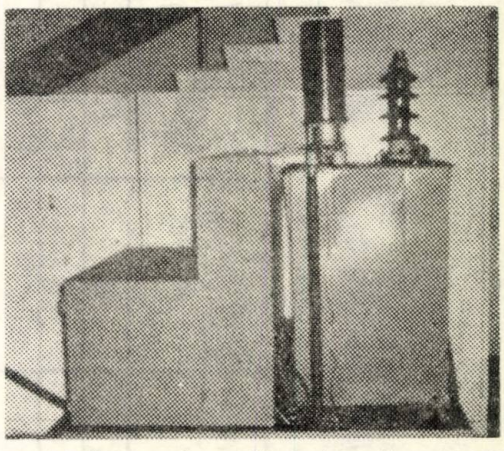


Fig. 5 Instalație experimentală pentru alimentarea electrofiltrelor cu impulsuri de înaltă tensiune (generator cu impulsuri de înaltă tensiune).

Avantajele alimentării cu impulsuri de înaltă tensiune sînt concretizate, în special, în performanțele ridicate ce se obțin la dimensiuni mai reduse ale electrofiltrelor [4 ; 8 ; 9].

* * *

Creșterea exigenței privind normele de protecție a mediului ambiant a impus o scădere sensibilă a emisiilor în atmosferă.

Electrofiltrele clasice nu mai satisfac aceste cerințe și noile tehnologii de desprăfuire electro-

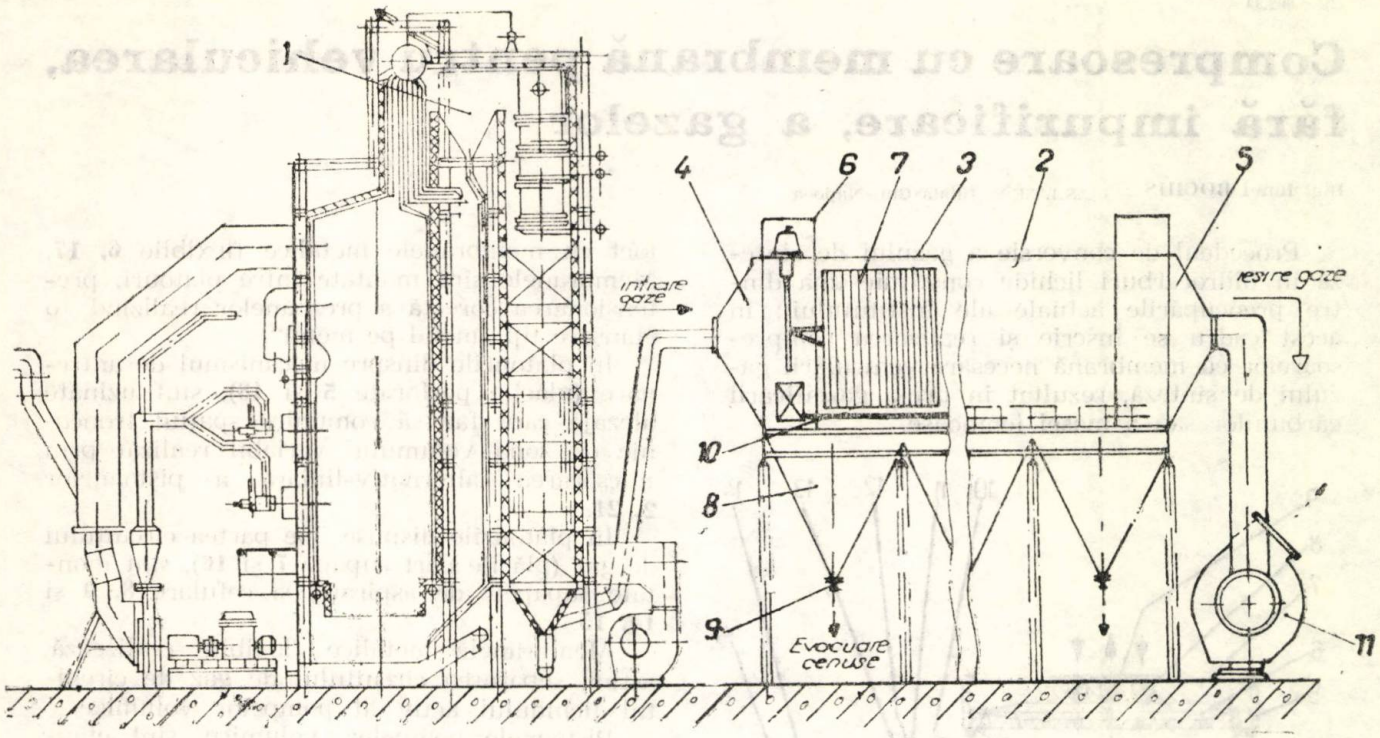


Fig. 6 Electrofiltrul ce echipează cazanele de 30 și 50 t abur/h pe lignit.

1 — cazan de 50 t abur/h pe lignit ; 2 — electrofiltru ; 3 — carcasă ; 4 — racord intrare gaze ; 5 — racord ieșire gaze ; 6 — grindă de acoperiș ; 7 — echipament interior format din : — electroizolații de emisie, electroizolații de depunere ; 8 — buncăr de colectare a cenușii ; 9 — dispozitiv etanș de evacuare cenușă ; 10 — dispozitiv de scuturare electrozi depunere ; 11 — ventilator de gaze arse.

statică urmăresc, prin avantajele lor, asigurarea la coș a unor emisii sub normele de protecție a mediului ambinat.

Cercetările din ultimii ani au condus la dezvoltarea construcției de electrofiltre, cu pas mărit, electrofiltrul pentru mediul dispers gazpraf de cărbune ($2\ h = 0{,}350$ m), urmărindu-se în continuare creșterea pasului acestuia.

În acest an, se finalizează cercetările pentru stabilirea domeniilor posibile de aplicare a alimentării cu impulsuri de înaltă tensiune, în cazul unor medii bifazice ce conțin prafuri de înaltă rezistivitate.

S-au început lucrările în vederea obținerii datelor necesare realizării electrofiltrelor care să funcționeze la temperaturi înalte (T=673 K), cu avantaje multiple.

Toate acestea vor permite industriei constructoare de electrofiltre de la noi din țară să răspundă necesităților naționale și pentru export.

BIBLIOGRAFIE

[1] *White, H.J.* : Desprăfuirea electrostatică industrială București, Centrul de Documentare și Propagandă Tehnică pentru Materiale de Construcții, 1972.

[2] *Lutynski, I.* : Desprăfuirea electrică a gazelor București, 1973.

[3] *Robinson, M.* : Desprăfuirea electrică, București, MEFMC, 1973.

[4] *Knitter, J., Soltys, A.* : Ocena pracy elektrofiltrow na podstawie wynikow — Kontroli parametrow Zasilania. Energetyka, 6 (1983), 246—248.

[5] *Hoegh-Petersen, H., Smidth, F.L.* : Conditioning of dust with water-soluble alkali compounds Copenhagen Denmark, 1974.

[6] *Hoegh-Petrescu, H., Smidth, F.L.* : Electrostatic precipitators for cement mills, kilus, and coolers Copenhagen, Denmark, 1974.

[7] *Svendsen, J.* : Alkaliarmer Zement aus Hochalkali-Rohstoffen mit energiewirtschaftlich günstiger Verfahrenstechnik ; Zement-Kalk-Gips 31 (1978), 8, 281—284.

[8] *Hoegh-Petersen, H.* : New trends in electrostatic precipitation. Paper prezentend at the IEEE 1980. Annual Meeting. Toronto Canada.

[9] x x x : Brev franc 7806364/1977.

[10] *Gomoll, H.J., Klemke, W.* : SO_3 — Konditionierung verbessert die elektrostatische Abscheidefähigkeit bei hochohmigen Flugaschen Technische. Mitteilungen Krupp Werksberichte ; 41 (1983), M.Z. 89—102.

[11] *Reissmann, H., (Lurgi)* : Study on the Increase of the Collection Efficiency of Flue Gas Electro-Precipitators by means of SO_3 — Conditioning.

CZ : 662.99

Compresoare cu membrană pentru vehicularea, fără impurificare, a gazelor

Ing. Ionel **BOCHIȘ** — I.C.S.I.T.E.E. filiala Cluj-Napoca

Procedeul de conversie a gazului de sinteză în hidrocarburi lichide constituie una dintre preocupările actuale ale institutului ; în acest cadru se înscrie și realizarea compresoarelor cu membrană necesare vehiculării gazului de sinteză, rezultat în urma gazeificării cărbunilor sau a masei lemnoase.

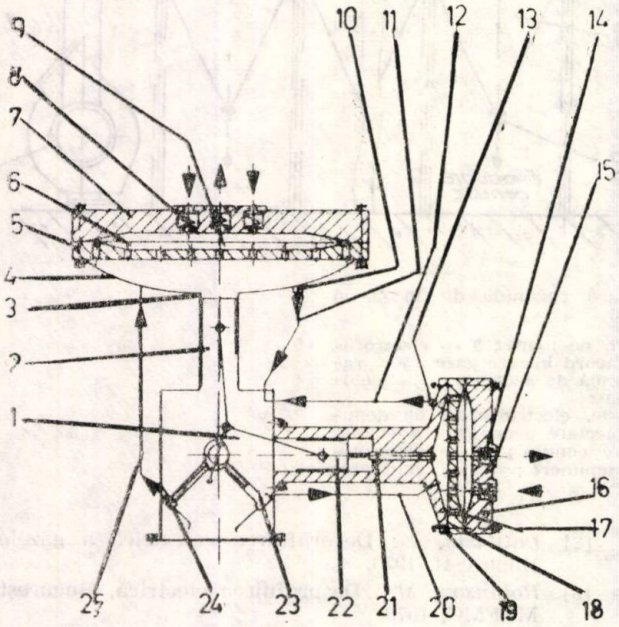


Fig. 1 Compresor cu membrană.

Legendă :
1 — Arbore cotit ; 2 — piston ; 3 — bucșă cilindru ; 4 — carcasă ; 5 — placă perforată ; 6 — membrană ; 7 — placă port-supape ; 8 — supapă aspirație ; 9 — supapă refulare ; 10 — supapă preaplin ulei ; 11 — conductă retur ulei ; 12 — conductă retur ulei ; 13 — supapă preaplin ulei ; 14 — supapă refulare ; 15 — supapă aspirație ; 16 — placă port-supape ; 17 — membrană ; 18 — placă perforată ; 19 — carcasă ; 20 — conductă ulei ; 21 — piston ; 22 — cap de cruce ; 23 — pompă ulei ; 24 — pompă ulei ; 25 — conductă ulei.

Comprimarea gazelor cu înalt grad de puritate necesită separarea completă a circuitului de gaz de fluidul de ungere a pompei volumice. În figura 1 este prezentată schema unui compresor cu membrană în două trepte, utilizat pentru comprimarea gazelor rezultate din procese termo-chimice.

Arborele cotit **1** antrenează pistoanele celor două trepte de comprimare **2, 21,** precum și pompele de ulei **23, 24,** montate în carcasa mecanismului de antrenare.

Platourile cilindrice **5, 7** și **16, 18** sînt prelucrate sub formă tronconică, în zona de contact cu membranele metalice flexibile **6, 17.** Membranele sînt montate între platouri, pretensionarea corectă a prezoanelor realizînd o etanșare tip „metal pe metal".

În platourile dinspre mecanismul de antrenare (plăcile perforate **5** și **18**), sînt uzinate alezaje care fac să comunice spațiul tronconic cu zona volumului variabil realizat prin micșorarea alternativ-liniară a pistoanelor **2, 21.**

În platourile dispuse pe partea circuitului de gaz (plăcile port supape **7** și **16**), sînt montate supapele de aspirație și refulare **8, 9** și **14, 15.**

Membranele metalice flexibile realizează, astfel, separarea circuitului de gaz de circuitul lichidului activ al pompelor volumice.

Pistoanele pompelor volumice sînt etanșate în bucșele de cilindru, prin segmenți metalici, pierderile de ulei fiind completate prin pompele de ulei **23, 24,** în fiecare cursă de aspirație a pistoanelor **2, 21.** Acest volum suplimentar de ulei are și rolul de a asigura contactul complet al membranelor pe partea tronconică a plăcilor port-supape **7, 16.** Acest procedeu conduce la reducerea — la minimum — a spațiului mort, în procesul de comprimare.

Excedentul de ulei introdus de pompe **23, 24** este deversat în baia de ulei, la sfîrșitul cursei de refulare, prin intermediul supapelor de preaplin **10, 13,** care constructiv sînt ventilele maximale cu resort reglat.

Avantajele utilizării acestui tip de compresor sînt date de însăși principiul constructiv, descris în continuare.

Gazul vehiculat este în contact doar cu membrana metalică flexibilă și cu ansamblul plăcilor port-supape, fiind astfel comprimat în stare pură, fără a încorpora urme de lubrifianți. Datorită modului de etanșare realizat, este exclusă posibilitatea scăpărilor de gaz în atmosferă.

Economia de forță motrice se obține atît datorită randamentului volumetric maxim, cît și a randamentului mecanic optim.

Valorile superioare ale randamentului mecanic sînt obținute atît prin utilizarea unui fluid de lucru, care permite realizarea unui coeficient de frecare redus între piesele în mișcare, cît și prin soluții mecanice optime (montaj arbore cotit pe rulmenți, ungerea sub presiune a organelor mecanice în mișcare).

Execuția părților în contact cu gazele vehiculate este realizată din materiale compatibile (oțeluri inoxidabile), care permit comprimarea în condiții de siguranță a gazelor caustice, corozive sau rare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Fröhlich, F.* : Kolbenverdichter, Berlin, pag. 52—56.

[2] *Frenkel, M.I.* : Kolbenverdichter, Berlin, pag. 710—715.

[3] *Comings, E.W.* : High Presure Technology, New York, pag. 75—160.

CZ : 662.99

Cercetări privind recuperarea resurselor energetice refolosibile din gazele de ardere la temperaturi sub punctul de rouă cu economizoare cu contact

Dr. ing. Constantin **HAIDUC** — I.C.S.I.T.E.E. București

Problema recuperării resurselor energetice refolosibile (RER) din gazele de ardere, la temperaturi sub punctul de rouă, capătă o importanță tot mai mare în etapa actuală și în perspectivă, dacă se are în vedere numărul mare de instalații energetice și tehnologice care elimină cantități imense de gaze de ardere la temperaturi scăzute.

Această problemă s-a tratat pe larg în lucrarea [1].

Avînd în vedere și numărul mare de lucrări publicate pe plan mondial, se vor prezenta succint unele concluzii în această problemă.

Pentru gazele de ardere provenite din arderea gazelor naturale, marea majoritate a lucrărilor publicate prezintă drept soluție de recuperare a RER sub punctul de rouă, utilizarea așa numitelor economizoare cu contact (fig. 1). În acest caz, gazele de ardere, înainte de evacuarea la coș, intră în spațiul inferior al economizorului, unde iau contact cu picăturile de apă care cad, sub formă de ploaie, prin stratul superior de inele de țevi din mase ceramice. Apoi, gazele trec prin stratul de inele de țevi și prin partea superioară a economizorului, absorbite de ventilatorul de gaze și sînt eliminate la coș cu temperaturi de $40 \div 50°C$.

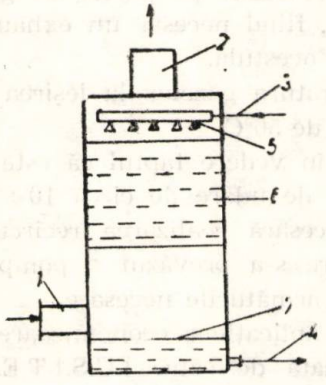


Fig. 1 Construcția economizorului cu contact.

1 — intrarea gazelor de ardere ; 2 — ieșirea gazelor de ardere ; 3 — intrare apă rece ; 4 — ieșire apă rece ; 5 — colector cu ștuțuri pentru distribuția apei ; 6 — straturi de inele Rasching din ceramică ; 7 — nivelul apei calde.

Apa la temperaturi de $10 \div 15°C$ este introdusă în colectorul superior de distribuție al economizorului, de unde curge sub formă de ploaie sau peliculă, prin stratul de inele ceramice, luînd contact cu gazele de ardere. Transferul de căldură, de la gaze la apă, se realizează deasupra stratului de inele și spațiul inferior al economizorului.

În astfel de economizoare cu contact, apa poate fi încălzită pînă la $55 \div 64°C$ și utilizată apoi în schema unei centrale termoelectrice, în schema unor cazane, sau pentru instalații de încălzire.

Utilizarea economizoarelor cu contact, după cazane sau cuptoare, permite să se obțină o creștere importantă a randamentului acestora.

Pentru recuperarea RER sub punctul de rouă, de la combustibili gazoși, există — de asemenea — posibilitatea utilizării economizoarelor cu contact cu dublu circuit (fig. 2), a economizoarelor din țevi netede din oțel inoxidabil și a economizoarelor executate din țevi cu aripioare din oțel inoxidabil.

Economizoarele cu contact se aplică deja în străinătate, în număr mare, pentru recuperarea căldurii din gazele de ardere a gazelor naturale de la cazanele industriale, precum și de la cazanele din centralele electrice (în U.R.S.S., tab. 1 și 2).

În special, în U.R.S.S. au fost realizate o serie de tipuri de cazane preîncălzitoare de apă, dotate cu economizoare cu contact.

În Franța se dezvoltă așa numitele cazane cu condensație, care utilizează gazele naturale fără conținut de sulf.

În cazanele cu condensație, care se utilizează în special pentru instalațiile de încălzire, temperatura gazelor de ardere evacuate

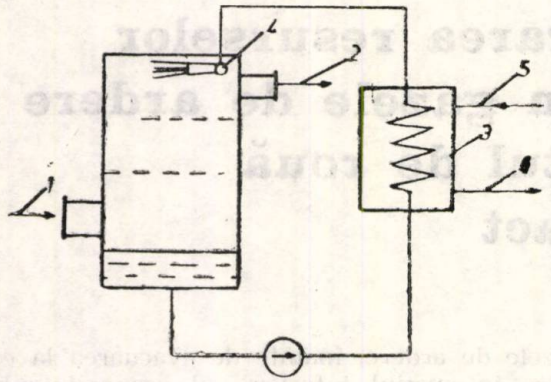


Fig. 2 Construcția economizorului cu contact de tip scruber.

1 — intrarea gazelor de ardere ; 2 — ieșirea gazelor de ardere ; 3 — schimbător de căldură ; 4 — duză pentru pulverizarea apei ; 5 — intrare apă rece ; 6 — ieșire apă caldă.

din cazan este suficient de scăzută pentru ca procesul de condensare a vaporilor de apă din gaze să se producă în cazan, pe serpentine din oțel inoxidabil, ceea ce permite recuperarea căldurii latente de condensație a apei și creșterea — pe această cale — a cantității de căldură recuperată din gazele de ardere.

Cîștigul de randament, astfel obținut, poate atinge 15 ÷ 25 %, în raport cu un cazan clasic care are performanțe energetice bune.

Puterile cazanelor cu condensație realizate în Franța sînt mici, cuprinse între 12 și 32 kW.

Programul Societății Gaz de France din domeniul cazanelor cu condensație este dat în tabelul 3.

În cazul recuperării RER din gazele de ardere, la temperaturi sub punctul de rouă, ale păcurii cu sulf, cercetările și aplicațiile pe plan mondial sînt axate pe utilizarea următoarelor instalații de recuperare a RER :

— economizoare realizate din țevi netede sau cu aripioare sau din plăci, toate executate din oțeluri inoxidabile ;

— schimbătoare de căldură executate din țevi sau plăci emailate ;

— schimbătoare de căldură executate din țevi de sticlă ;

— schimbătoare de căldură din tuburi termice executate din oțeluri inoxidabile.

Trebuie menționat faptul că, în cazul păcurii cu sulf, aplicațiile de instalații de recuperare a RER, la temperaturi sub punctul de rouă, sînt mult mai reduse decît în cazul instalațiilor pe gaze naturale fără sulf.

În cazul cazanelor și instalațiilor industriale pe combustibili solizi, se aplică următoarele instalații de recuperare a RER :

— economizoare din țevi netede sau cu aripioare sau din plăci executate din oțeluri inoxidabile ;

— schimbătoare de căldură din plăci emailate ;

— schimbătoare de căldură din țevi de sticlă.

În cazul combustibililor solizi, numărul aplicațiilor de instalații de recuperare a RER sub punctul de rouă este redus.

În țara noastră, I.C.S.I.T.E.E. a făcut primele aplicații ale economizoarelor cu contact în anul 1983.

Primul obiectiv l-a constituit un economizor cu contact cuplat cu un cazan „Metalica" avînd următoarele caracteristici [6] :

— tipul cazanului : PB 6—9—0,35 ;

— număr de elemenți : 7 ;

— suprafața de încălzire : 31,5 m^2 ;

— debit nominal de căldură : 0,35 Gcal/h ;

— temperatura gazelor la coș : 250°C.

A fost proiectat un economizor cu contact, tip scruber, cu umplutură din inele Rasching ∅ 25 × 25 × 3 mm. Secțiunea aparatului adoptată este de 0,5 m^2, corespunzătoare unei viteze ascensionale, raportată la secțiunea goală, de W = 0,65 m/s.

Ecartul de temperatură pe partea de apă este de 45°C (de la 10°C la 55°C).

Debitul de apă caldă produsă este de 1,16 m^3/h, rezultînd o putere termică totală a aparatului de 209340 kJ/h. În aceste condiții, căderea de presiune pe partea de gaze este de 25 mmCA, fiind necesar un exhaustor pentru acoperirea acestuia.

Temperatura gazelor la ieșirea din economizor este de 50°C.

Avînd în vedere faptul că este necesară o intensitate de udare de circa 10÷15 m^3/m^2 h, a fost necesară realizarea recirculației apei, pentru care s-a prevăzut o pompă de recirculație cu armăturile necesare.

O altă aplicație a economizoarelor cu contact realizată de către I.C.S.I.T.E.E. [6] este cea de la cuptoarele de deshidratat furaje la I.A.S. Siliștea, județul Brăila.

Principalele caracteristici ale cuptoarelor sînt :

Principalele rezultate ale utilizării economizoarelor cu contact [2]

TABELUL 1

Anul instalării	Cazanul Tipul	Nr.	Locul instalării	Temperatura gazelor		Temperatura apei		Debit apă	Puterea termică maximă
				Înainte de economizor	După economizor	Înainte de economizor	După economizor		
				°C	°C	°C	°C	t/h	Gcal/h
1961 - 1966	Suhov 13 t/h	1	În aer liber după exhaustor	250...270	50	7...8	30...35	70	2
1961 - 1966	Babkock-Wilcox 5,5 t/h	2	În aer liber după exhaustor	250...270	50	7...8	30...35	70	2
1965	Suhov 6,5 t/h	2	În aer liber după exhaustor	200...250	40	5...15	40...45	100	4
1965	Babkock-Wilcox 5.5 t/h	4	În aer liber după exhaustor	200...250	40	5...15	40...45	100	4
1965	DKVR 10 - 13	4	În aer liber după exhaustor	250..300	30...40	5...15	45...50	80	3,6
1966	DKVR 10 - 13	4	În sala cazanelor după exhaustor	270..280	70	5...15	50..55	70	3,5
1966	DE 25 - 14	3	În aer liber după exhaustor	200	100...130	5...15	50..55	40	2
1972	DKVR 25 - 13	3	După exhaustor acoperit	140...170	50	20..30	62..64	60	2,6

Eficacitatea economică a utilizării economizoarelor cu contact la CET din URSS [3]

TABELUL 2

Puterea CET MW Presiunea MPa Temperatura aburului °C	Tipul și nr de turboagregate și cazane	Puterea termică a CET Gcal/h	Nr de cazane echipate cu economizoare cu contact	Puterea termică a economizoarelor cu contact Gcal/h		Investiții în economizoarele cu contact ruble	Economia de combustibil t c.c		Termenul de recuperarea investițiilor (costul gazelor naturale= 16, 2Rb/t.c.c.)
				unitară	Totală în funcțiune		Totală / an	La 1Gcal/h putere instalată	
600 130	T - 100 × 6 TGM-96 × 6	1600	5	33, 6	168, 0 134, 4	740	89, 10	0, 53	6, 1
			5	25, 2	126, 0 100, 8	785	64, 80	0, 51	9, 0
			5	33, 6	168, 0 134, 4	740	58, 40	0, 35	9, 4
			5	25, 2	126, 0 100, 8	785	41, 80	0, 33	13, 9
			2	20, 5	41, 0 20, 5	194	12, 95	0, 32	11, 1
			2	15, 4	30, 8 15, 4	200	9, 56	0, 31	15. 5
			2	20, 5	41, 0 20, 5	194	8, 07	0, 20	17. 8
			2	15, 4	30, 8 15, 4	200	6. 0	0, 195	24, 7
300 90	VPT - 25 - 4 × 4 VPT - 60 - 2 × 3	1000	3 + 3	10, 5 + 15, 0	76, 5 51, 0	390	36, 05	0. 47	8, 0
535	TP - 170 - 5 TP 15 × 15		3 + 3	10. 5 + 15. 0	76, 5 51, 0	390	27, 75	0. 36	10. 4
			3	10	30 20	157, 5	14, 14	0. 47	8. 3
			3	10	30 20	157 5	8. 64	0, 29	13, 5

D A T E
privind programul societății Gaz de France de instalare a cazanelor cu condensație [4 ; 5]

Tabelul 3

Nr. crt.	Anul	Număr de cazane individuale cu concentrație instalate
1	1983	5.000
2	1984	20.000
3	1985	50.000
4	2000	50% din piața cazanelor individuale pe gaze naturale

— debitul nominal de combustibil : 600 m^3N/h ;
— debitul de gaze de ardere : 50.000 m^3N/h ;
— temperatura gazelor de ardere la intrarea în economizor : 150°C.

Gazele sînt impurificate cu particule de furaje. Pentru aceste cuptoare a fost propusă utilizarea unui economizor cu contact, tip scruber, pentru producerea de apă caldă.

Admițînd o viteză a gazelor în economizorul gol de 1 m/s, rezultă o secțiune a acestuia de 14 m^2.

Alte aplicații ale economizoarelor cu contact din țara noastră sînt prezentate în lucrarea [7].

BIBLIOGRAFIE

[1] *Haiduc, C.* : Stadiul actual al cercetărilor și aplicațiilor privind recuperarea căldurii gazelor de ardere sub punctul de rouă acidă, I.C.S.I.T.E.E. — București 1985.

[2] *Gladunțov, A.I., Pustovalev, Iu.V.* : Analiz opîta primenenia kontaktnîh vodonagrevatelei na promîșlennîh predpriatiah Moskvî. In „Promîșlennaia Energhetika", nr. 12, dec. 1982, pag. 5—9.

[3] *Aronov, I.Z., Sanin, V.P.* : Ob ustanovke kontaktnîh ekonomaizerov na elektrostanțiah. In „Promîșlennaia Energhetika", nr. 1, ian. 1978, pag. 10—14

[4] *Bouvry, J.C.* : Chaudières à condensation : principe, rendements. In „Batiment Énergie", Avril—Mai, 1983.

[5] *Salviac, M.M., Rottemberg, Lausent, Junet* : L'installation des chaudières individuelles gaz à condensation. In „Chauffage, ventilation, conditionnement" nr. 3, Mars, 1984.

[6] *Lung, I., Doboly, R.K.* : Încălzire prin contact direct — o posibilitate de recuperare a căldurii sub punctul de rouă a gazelor. Energetica supliment, Anul IX, vol. 4—5, 1984.

[7] *Zaharescu, I.* : Soluții energotehnologice de valorificare a gazelor calde cu potențial termic scăzut. Editura Tehnică, București, 1986.

CZ : 620.9

Considerații asupra unui nou tip de captator solar plan pentru încălzit un fluid de lucru gazos

Ing. Theodor **IONAȘEK**. fiz. Pană **ANDREI-IONESCU** — I.C.S.I.T.E.E. București

GENERALITĂȚI

Cercetări de termotehnică solară întreprinse în străinătate [1 ... 7], [12 ... 19] și în cadrul I.C.S.I.T.E.E. [8 ... 11], au pus anterior în evidență faptul că, în cazul captatoarelor solare plane cu efect de seră, folosite pentru încălzit un fluid de lucru lichid sau gazos, și prevăzute cu unul sau două ecrane protectoare transparente, pierderile de energie termică la suprafața superioară de contact ecran-mediu ambiant reprezintă în general 68—60% din totalul pierderilor de energie termică în mediul ambiant și produc o diminuare cu aproximativ 40 — 20 % a randamentului captatorului. În scopul diminuării acestor pierderi și implicit al măririi randamentului, în cazul captatoarelor pentru încălzit un fluid de lucru gazos (în speță aer), se adoptă diverse soluții tehnice, preferîndu-se în general configurații în care fluidul este în contact direct cu elementul absorbant — convertor, fără intermediari, sau configurații care conduc la creșterea suprafeței de contact. Se impune, deci, concluzia necesității diversificării tipurilor de captatoare solare pentru încălzit aer, și de asemenea necesitatea de a dispune de tipuri de captatoare solare capabile să lucreze cu un fluid gazos, eventual altul decît aer, necesar pentru diverse procese tehnologice.

Creșterea eficienței captatoarelor solare

Printr-o proiectare și execuție corespunzătoare a izolației termice, la captatoarele cu efect de seră se pot obține valori oricît de mici ale coeficienților de pierderi termice

U_b și U_l, în jos și lateral, asigurîndu-se astfel o creștere a eficienței captatoarelor, fapt ilustrat prin curba caracteristică de eficiență (fig. 1) a captatorului solar plan tip CH_2—G pentru încălzit aerul (captator cu efect de seră și cu un singur ecran protector-transparent, conceput de I.C.S.I.T.E.E. București și realizat de I.M. Sadu). O atenție deosebită se acordă metodelor și tehnicilor care permit să se obțină valori cît mai mici posibile ale coeficientului de pierderi termice în sus, U_t, la suprafața de contact ecran protector-transparent-mediu ambiant, metode și tehnici ce conduc implicit la creșterea mai accentuată a eficienței acestor captatoare.

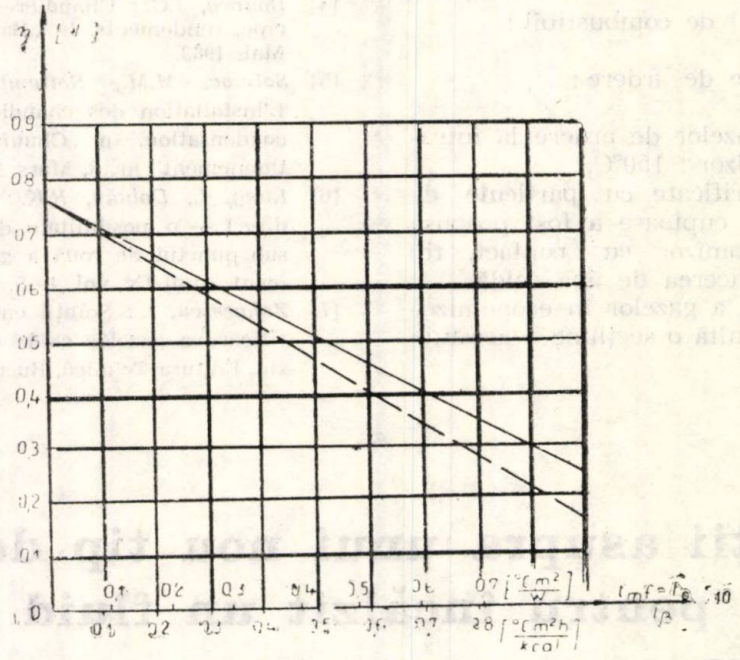


Fig. 1 Curba caracteristică de eficiență a captatorului solar plan tip GH2-G pentru încălzit aer.
Condiții experimentale :
V_v = viteză vînt <1 m/s
$I_\beta \geq 530$ kcal/m² h (675 W/m² °C)
$(\tau\alpha)_e = 78\%$; $F_R U_L$ ——— 5,3 kcal/m² h (6,16 W/m² °C)
---------- 6,1 kcal/m² h (7,09 W/m² °C)
——— suprafața comună de acoperiș
---------- modul 2 × 1 m pe suport

În acest sens, se menționează tehnicile ce folosesc structuri celulare sau vidul în spațiul dintre elementul absorbant și ecranul protector-transparent. De asemenea în literatura de specialitate [1—14], se consemnează și alte tehnici și metode care, operînd atît dependent cît și independent, conduc la scăderea valorii coeficientului U_t, cum ar fi, mărimea transmisiei $\tau_{e\,VIS}$ a ecranelor, mărimea unghiului de înclinare β a captatorului, mărimea absorbției $\alpha_{p\,VIS}$ în vizibil a plăcii absorbante corelat cu scăderea emisivității $\varepsilon_{p\,IR}$ în infraroșu a acesteia, sau mărirea numărului N de ecrane la $N = 2$. Este cazul captatoarelor solare plane tip CSA și CSA — S pentru încălzit aer, concepute de I.C.S.I.T.E.E. — București și realizate de I.U.T. Bistrița, care prezintă curbe caracteristice, la debit zero în regim static, superioare prin valorile maxime obținute pentru temperatura elementului absorbant, comparativ cu captatorul CH 2 — G (fig. 2).

Pentru astfel de captatoare cu efect de seră, distribuția temperaturilor T, termenii pierderilor de energie termică q la partea superioară și valorile coeficienților U_t sînt ilustrate în tabelul 1 și figura 3, pentru cazul unui captator placă plană operînd la temperatura elementului absorbant $T_p = 100$°C, temperatura aerului ambiant și a cerului $T_a = T_s = 10$°C, distanța între plăci = interspațiu = 2,54 cm, unghiul de înclinare $\beta = 45°$, și viteza vîntului $V_v = 5$ m/s, toți termenii de flux termic fiind dați în [W/m²].

Amintim că termenii $q_{conv} = q_{vînt}$ exprimă pierderea de energie termică, prin convecție forțată la suprafața exterioară a ecranului superior, ca urmare a acțiunii vîntului cu viteza $V_v = 5$ m/s și funcție de diferența de temperatură $T_e - T_a$, conform relației :

$$q_v = (5{,}7 \div 3{,}8\,V_v)\,(T_e - T_a) \qquad (1)$$

Analiza datelor din literatura de specialitate [1—14], precum și a celor cuprinse în tabelul 1 și figura 3, a pus în evidență următoarele constatări pentru captatoarele cu efect de seră :

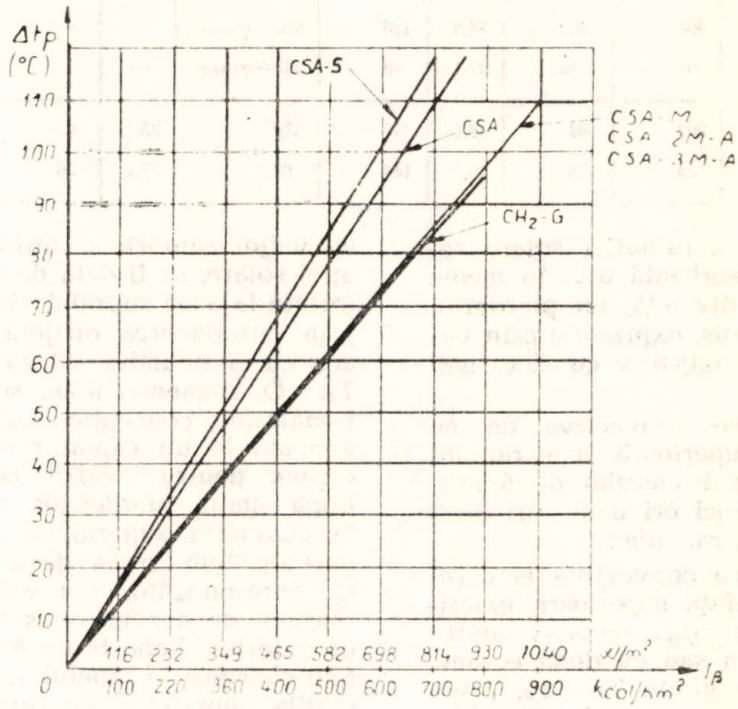


Fig. 2 Curbe caracteristice la debit zero în regim statistic ale captatoarelor solare plane tip CSA, CSA-S și CH2-G, CSA-M, CSA-2M-A și CSA-3M-A pentru încălzit aer.
$(\tau_g,f)_{VIS} \cong 77\%$; $\alpha_{pVIS} = 90\%$; $\varepsilon_{pIR} = 90\%$;
$G = 0$ m³/h $t_a \cong 20 \div 30$°C ; $V_v < 1{,}5$ m/s ; $S = 2$ m² ;
* — cu canalizație aer neobturată.

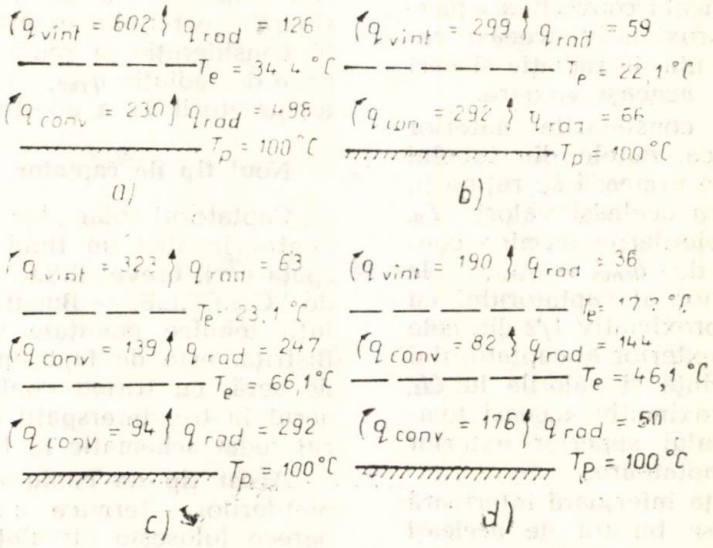


Fig. 3 Distribuția temperaturilor [°C] și termenilor pierderilor de energie termică în [W/m²] pentru captatoare cu efect de seră.

— valorile lui U_t sînt mai puternic influențate de valorile T_p, T_a, β, ε_{pIR} și V_v și mai slab influențate de valoarea interspațiului dintre plăci, caz în care dependența este aproximativ egală cu puterea 1/3 a acestei valori ;

— în cazul captatoarelor cu două ecrane, comparativ cu captatoarele cu un singur ecran,

Tabelul 1

Captator N nr. ecrane	Element absorbant				Ecran 1			Ecran 2			U_t [W/m² °C]
	Σ_{pIR} [%]	T_p [°C]	q_{rad} [W/m²]	q_{conv} [W/m²]	T_e [°C]	q_{rad} [W/m²]	q_{conv} [W/m²]	T_e [°C]	q_{rad} [W/m²]	q_{conv} [W/m²]	
cu un	95	100	498	230	34,4	126	$602 = q_{vînt}$	—	—	—	8,1
ecran	10	100	66	292	22,1	59	$299 = q_{vînt}$	—	—	—	4,0
cu două	95	100	292	94	66,1	247	139	23,1	63	$323 = q_{vînt}$	4,3
ecrane	10	100	50	176	46,1	144	82	17,7	36	$190 = q_{vînt}$	2,5

cantitatea de energie a radiației solare recepționate pe placa absorbantă este în medie mai mică, cu aproximativ 5 %, iar pierderile de energie termică în sus, exprimate prin valorile lui U_t, sînt aproximativ cu 50 % mai mici;

— pierderile termice convective de pe suprafața exterioară superioară a ecranului superior, datorită vitezei vîntului de 5 m/s, sînt uzual în jur de cinci ori mai mari decît pierderile termice prin radiație;

— pierderile termice convective la ecranul superior (la suprafața superioară exterioară), simbolizate prin $q_{conv} = q_{vînt}$, pentru captatoare cu un ecran sau cu două ecrane, depind exclusiv de diferența $T_e - T_a$, , sau altfel spus de temperatura ecranului T_e. Valorile $q_{conv} = q_{vînt}$, conform relației (1), pentru cazurile (b) și (c) din figura 3, pentru $T_e = 22{,}1$°C și $T_e = 23{,}1$°C fiind aproximativ egale, permit să se constate că indiferent de valoarea lui ε_{pIR} și de al cîtelea ecran este ecranul superior exterior, pentru aceeași valoare a lui T_e, componenta convectivă a pierderilor termice are aproximativ aceeași valoare, la fel și componenta de radiație și deci și U_t are aproximativ aceeași valoare.

Avînd în vedere constatările anterior expuse și, de asemenea, datele din tabelul 1 și figura 3, în cele ce urmează se reține în special faptul că pentru aceleași valori T_p, T_a, β, ε_{pIR} și V_v, pierderile termice convective reprezentate de $q_{conv} = q_{vînt}$, la ecranul superior exterior al captatorului cu două ecrane, sînt de aproximativ 1/2 din cele de la ecranul superior exterior al captatorului cu un ecran, în consecință și valorile lui U_t, și că deci va fi o aproximativ aceeași temperatură T_e a ecranului superior exterior la ambele tipuri de captatoare.

Deoarece și suprafața inferioară interioară a ecranului superior se bucură de aceleași proprietăți ca și suprafața superioară exterioară a aceluiași ecran, cu aceiași parametri proprii de lucru ε_{eIR} și T_e, avînd în vedere cele expuse anterior, rezultă că o primă nouă posibilitate funcțională, capabilă să conducă la creșterea eficienței captării și utilizării energiei radiației solare, ar fi dată de folosirea convecției forțate la acea suprafață inferioară interioară, prin introducerea dirijată a unui curent de aer cu o anumită viteză V și temperatură T_a. O asemenea nouă soluție tehnico-funcțională de concepție I.C.S.I.T.E.E. [8 ÷ 11], aplicată la un captator solar plan cu două ecrane, pentru încălzit aer, ar permite, pe lîngă limita pierderilor de energie termică la suprafața superioară, și recuperarea lor parțială, sub formă de aer cald, funcție de (și corespunzător cu) viteza și debitul curentului de aer introdus sub ecranul superior exterior. Raportarea acestei soluții la datele cuprinse în tabelul 1, corelată cu proprietățile suprafeței inferioare-interioare anterior expuse, permite să se estimeze preliminar că, în cazul captatorului cu două ecrane, introducerea unei circulații forțate a fluidului de lucru gazos (aer) cu o viteză V = 5 m/s ar determina reducerea cu cel puțin 50 % a pierderilor termice convective q_{conv}, anterior existente la suprafața superioară-exterioară a ecranului exterior 2, fără a mai lua în considerație și reducerea pierderilor termice de radiație q_{rad}, ca urmare a reducerii temperaturii T_e a acestui ecran.

Noul tip de captator solar plan

Captatorul solar plan cu drumuri multiple, pentru încălzit un fluid de lucru gazos, (în speță aer), brevet R.S.R. 80064/1982, conceput de I.C.S.I.T.E.E. — București conform noii soluții tehnice enunțate și realizat de I.U.T. Bistrița, este de fapt un captator fără efect de seră, cu traseu continuu pentru încălzit aerul în trei interspații existente în captatorul redat schematic în figurile 4 a și b.

Acest tip de captator permite reducerea pierderilor termice anterior amintite, deoarece folosește circulația forțată a aerului supus încălzirii, admisia acestuia din mediul ambiant făcîndu-se pe la partea superioară a captatorului, în primul interspațiu dintre cele două ecrane protectoare-transparente. Aerul introdus rece este vehiculat

și încălzit în flux continuu, pe un traseu continuu, conținînd trei subdiviziuni dus-întors, din care în ultimele două în contact direct cu elementul absorbant în interspațiile existente deasupra și sub acesta. Datorită acestei

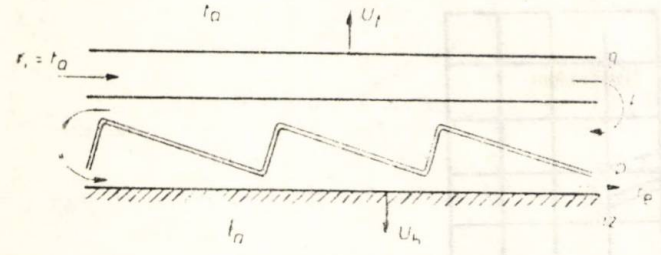


Fig. 4 a Schema captator solar plan tip CSA-M cu configurație I.C.S.I.T.E.E. pentru încălzit aer.

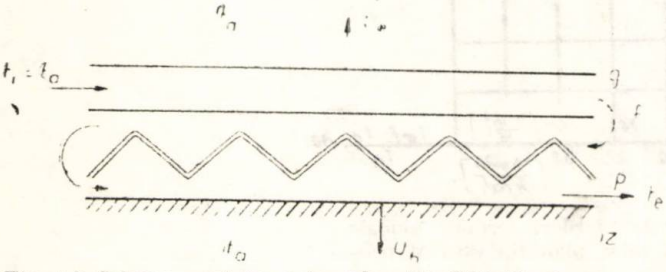


Fig. 4 b Schema captator solar plan tip CSA-M cu configurație I.U.T. Bistrița pentru încălzit aer.

vehiculări și încălzirii, eventualele pierderi termice sînt dirijate în interiorul captatorului, în sensul curgerii aerului, constituind aporturi termocalorice, proporționale cu debitul aerului vehiculat. Se asigură, astfel, reducerea pierderilor de energie termică din captator la minimum posibil și creșterea randamentului captării.

Și la această nouă soluție tehnică de captator, energia radiației solare recepționate și absorbite încălzește elementul absorbant pînă la temperatura T_p, energia astfel absorbită este, apoi, transferată aerului, la această temperatură, prin intermediul coeficientului convectiv de transfer termic, și ecranului protector, prin intermediul coeficientului radiativ de transfer termic, ecranul recepționînd și o altă cantitate de energie termică, prin intermediul coeficientului convectiv de transfer termic de la aerul încălzit. În final, o parte din energia absorbită se pierde la suprafața superioară — exterioară a ecranului exterior, în contact cu aerul ambiant, prin intermediul coeficientului de pierderi termice U_t în sus, combinat prin convecție și radiație.

Diferența de temperatură între elementul absorbant și aerul supus încălzirii nu va fi constantă, în lungul direcției curgeri, datorită schimburilor și eventualelor pierderi termice din captator. Cu toate acestea, într-o primă aproximație vom avea o relație de forma :

$$\overline{T}_p - \overline{T}_f = Q_u R_{p-f} \qquad (2)$$

unde :

$\overline{T}_p$ și $\overline{T}_f$ sînt temperaturile medii ale elementului absorbant și aerului încălzit ;

Q_u energia utilă ;

R_{p-f} rezistența la transferul energiei termice între elementul absorbant și aerul încălzit, rezistență al cărei element major este coeficientul convectiv și care, în cazul de față, este chiar reciprocă coeficientului de transfer al energiei termice multiplicat cu aria captatorului.

Rezultatele estimărilor teoretice și rezultatele experimentărilor au permis trasarea curbelor respective (figura 5), pentru variația coeficientului total de pierderi termice U_L, pentru acest tip de captator. În cazul celor teoretice, pentru U_t elementul preponderent din componența lui U_L, s-a ținut seama numai de componența radiativă și termenul radiativ din relația ce exprimă valoarea lui U_t, coeficientul de pierderi termice în sus.

De asemenea, pe baza rezultatelor experimentale, a fost trasată și curba de eficiență (figura 6) pentru acest tip de captator.

Comparația curbelor de eficiență din figura 1 și figura 6 scoate în evidență superioritatea randamentului captării energiei radiației solare obținute cu noul tip de captator.

Concluzii

Rezultatele experimentale obținute pentru captatoarele prototip realizate de I.C.S.I.T.E.E. permit să se afirme că acest tip de captator corespunde scopului propus, acela de creștere a randamentului captării energiei solare, ca urmare a scăderii valorii coeficientului U_t de pierderi termice în sus, pusă în evidență în figura 5 prin variația coeficientului global U_L de pierderi termice.

Acest tip de captator poate fi folosit fie individual, fie în colectiv, asamblat în tronsoane sau modular, în cadrul unor suprafețe sau sisteme de captare pentru produs aer încălzit solar în scopuri tehnologice, amplasate pe terase, acoperișuri sau alte elemente ale unei clădiri.

Pentru asemenea amplasamente, există chiar prisme reale de creștere suplimentară a randamentului captării deoarece :

— deși valoarea coeficientului U_b de pierderi termice în jos se menține, pierderile de energie termică la plăcile de bază ale captatoarelor asamblate se transformă în cîștiguri de energie termică pentru întregul sistem, ca urmare a diminuării și limitării pierderilor termice din clădire, ansamblul jucînd rolul de barieră termică, barieră ce va fi asigurată de aerul supus încălzirii care parcurge ultima treime din traseu, pe sub suprafața inferioară a elementelor absorbante ale captatoarelor componente din tronson, interspațiu în care se produce de fapt și o uniformizare a temperaturii aerului ;

— deşi valoarea coeficientului U_l de pierderi termice laterale se menţine, pierderile de energie termică la suprafaţa laterală a tronsonului se reduc proporţional, funcţie de raportul între aria suprafeţei laterale a tronsonului şi suma ariilor suprafeţelor laterale ale captatoarelor constituente, valoarea acestui raport sub-unitar devenind oricît de mică, funcţie de mărimea tronsonului sau a sistemului.

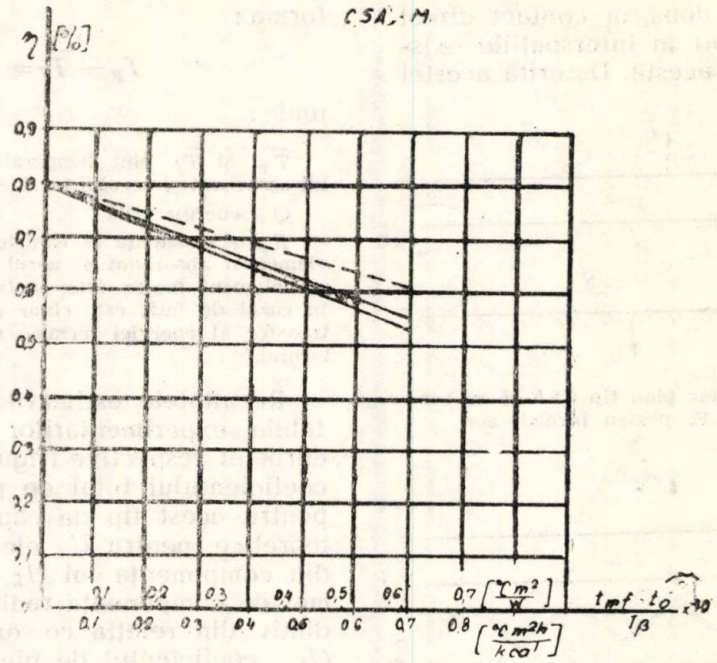


Fig. 5 Curba caracteristică de pierderi termice globale U_L pentru captatorul solar plan tip CSA-M pentru încălzit aer.

——— teoretică ($U_L \cong 2{,}3$ W/m² °C)

---------- experimentală ($U_L \cong 3{,}86$ W/m² °C)

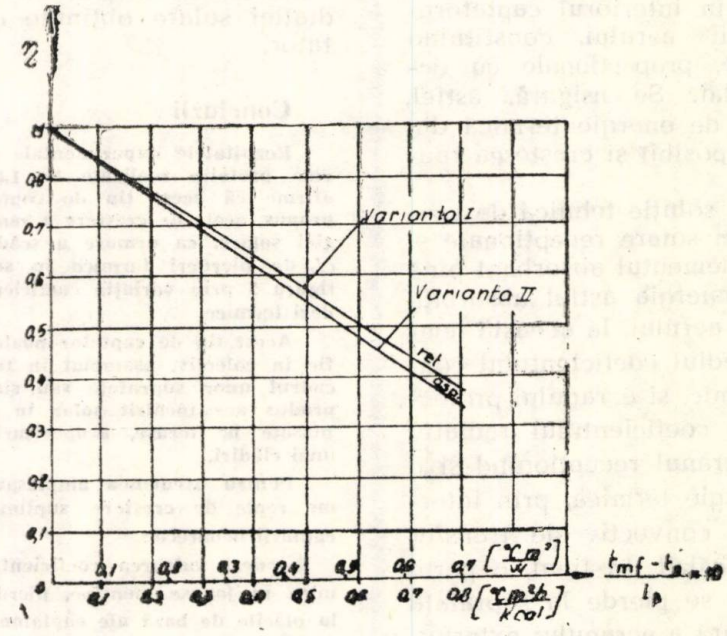


Fig. 6 Curba caracteristică de eficienţă experimentală a captatorului solar plan tip CSA-M pentru încălzit aer.

Condiţii experimentale :

$\beta = 45°$; $(\tau_g \cdot f)_{VIS} \cong 77\ \%$; $\alpha_{pVIS} \cong 96\ \%$;

$\varepsilon_{pIR} \cong 90\ \%$ $t_a \cong 20 \div 30$°C ; $V_v < 1{,}5$ m/s ; $S = 2$ m² ;

Varianta 1 : aer refulat 80 m³/h ;

Varianta 2 : aer aspirat 86 m³/h ;

Avînd în vedere premisele expuse, rezultă că cea mai utilă exploatare a acestui nou tip de captator solar plan pentru încălzit aerul este exploatarea în cadrul unor suprafețe sau sisteme de captatoare, pentru produs aer încălzit solar în scopuri tehnologice.

Într-un asemenea caz, ca urmare a reducerii pierderilor termice în jos și laterale, curba de eficiență redată de figura 6 va avea o alură îmbunătățită în sensul creșterii randamentului.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Duffie, A.J., Beckman, A.W.:* „Solar Energy Thermal Processes" John Wiley and Sons, New York, 1974.

[2] *Parker, B.F.:* „Derivation of efficiency and loss". In Solar Energy, vol. 26, 1/1981.

[3] *Cooper, P.I.:* „The effect of înclination on the heat loss from flat-plate solar collectors" Solar Energy, vol. 27, 5/1981.

[4] *Reddy, T.A., Gupta, C.L.:* „Generating application design data for solar air heating systems" In Solar Energy, vol. 25, 6/1980.

[5] *Malhorta, A., Garg, H.P., Rani Usha:* „Minimizing convective heat losses inflat plate solar collectors". In Solar Energy, vol. 25, 6/1980.

[6] *Agarwal, V.K.:* „Calculation of the top loss coeficient of a flatplate collector". In Solar Energy, vol. 27, 1/1981.

[7] *Lude, P.J.:* „New heat transfer factors flat plate solar colectors". In Solar Energy, vol. 27, 2/1981.

[8] *Ionașek, Th., Andrei-Ionescu, P., Cerkez, T.:* Procedeu de captare și captator solar plan". Brevet R.S.R., 80064/1982.

[9] *Ionașek, Th., Andrei-Ionescu, P., Cerkez, T.:* „Captator solar plan". Brevet R.S.R. 80209/1982.

[10] *Ionașek, Th., Bițâ, O., Andrei-Ionescu, P., Stănoiu, L., Voica, L.:* „Echipamente pentru utilizarea energiei solare în procese industriale". Comunicare la Simpozionul „Posibilități de utilizare a energiei solare", I.U.T. Bistrița, L.C.S.I.T.E.E.M.R. București, septembrie, 1982, Bistrița.

[11] *Andrei-Ionescu, P., Zara, P., Ionașek, Th., Bițâ, O., Stăncescu, Fl.:* „Instalații solare pentru preparat aerul cald tehnologic", Comunicare la Simpozionul „Posibilități de utilizare a energiei solare" IUT Bistrița — ICSITEEMR București, septembrie 1982, Bistrița.

[12] *Lunde, P.J., Hall, D.O.:* „Solar Thermal Enginneering" John Wiley & Sons, New York — Toronto, 1980.

[13] *June, Marton:* „Solar World Forum ; Proceedings of the International Solar Energy Society Congres, Brigthon, England, 23—28 VIII 1981, vol. I—IV, Pergamon Press, Oxford 1982.

[14] *Dickinson, W.C., Chereminisoff, P.N.:* „Solar Energy Technology Handbook" New York, 1980.

MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

În zilele de 17—21 noiembrie 1986, la Tsukuba (Japonia), s-au desfășurat lucrările celei de-a **9-a Conferințe internaționale privind generarea MHD a energiei electrice,** al cărei scop principal a fost promovarea schimbului internațional de informații între oamenii de știință și inginerii din țările al căror program de cercetare conține teme referitoare la generarea prin conversie MHD a energiei electrice.

În atenția organizatorilor Conferinței, au stat rezultatele și ideile cercetării fundamentale și aplicative, punîndu-se un accent deosebit pe lucrările care prezintă cercetările și orientarea spre comercializare a acestui procedeu de generare a energiei electrice.

La această manifestare științifică internațională de prestigiu, I.C.S.I.T.E.E. s-a înscris cu un număr de 6 lucrări de specialitate, elaborate de 10 specialiști din cadrul institutului.

În cele ce urmează sînt prezentate pe scurt aceste lucrări :

1. EFICIENȚA ECONOMICĂ A CENTRALELOR ENERGETICE MHD

Autor : **dr. ing. Constantin HAIDUC**

În prima parte a lucrării, autorul prezintă fezabilitatea centralelor termoelectrice echipate cu generatoare MHD, comparativ cu centralele termoelectrice clasice. În partea a doua sînt prezentate rezultatele obținute la cercetarea fiabilității tehnice și economice a centralelor de termoficare echipate cu generatoare MHD.

2. INSTALAȚIA MHD EXPERIMENTALĂ CU UN DEBIT MASIC DE PLASMĂ DE 1—1,5 KG/S, PE GAZE NATURALE SAU PRODUSE DE GAZEIFICARE A LIGNITULUI

Autori : **dr. ing. Nicolae LEMNEAN, dr. ing. Eugen-Dan CRISTEA, dr. ing. Constantin HAIDUC, ing. Claudiu BEIU (C.N.S.T.).**

În lucrare este descrisă, pe scurt, o viitoare instalație experimentală — G. MHD.03 — cu un debit masic de plasmă de 1—1,5 kg/s, care funcționează cu gaze naturale sau cu produse de gazeificare a lignitului, instalație care constituie obiectul programului de cercetare inițiat de Consiliul Național pentru Știință și Tehnologie, în scopul implementării în R.S.R. a metodei MHD de generare a energiei electrice.

3. FORȚELE CARE SE EXERCITĂ ASUPRA MODULELOR CANALELOR MHD

Autor : **dr. ing. Iulian DOGARU.**

Lucrarea prezintă o serie de formule pentru calcularea forțelor și momentelor exercitate asupra modulelor canalelor de conversie MHD, în scopul consolidării structurii modulare interne a acestor canale, precum și al aproximării debitului cvasi-unidimensional de plasmă. Cunoașterea acestor forțe și momente este necesară pentru proiectarea canalelor de conversie MHD.

4. SISTEM DE MĂSURARE LOCALĂ A CONDUCTIVITĂȚII ELECTRICE A PLASMEI PRIN ÎNCĂLZIREA SONDELOR COMPENSATE ELECTRONIC

Autori : **Fiz. Laszlo KATONA, sing. Eugen ARMIEAN, ing. Gheorghe NICHIFOR, ing. Petre DIAMANSTEIN.**

Autorii prezintă un sistem local de măsurare a conductivității electrice a plasmei MHD, folosind son-

de inductive dinamice. Sistemul, folosind metoda factorului Q, compensează electronic încălzirea sondelor, indicînd numeric sau analogic conductivitatea electrică medie și valoarea de vîrf a oscilațiilor acestui parametru. Sînt prezentate, de asemenea rezultatele experimentale obținute.

5. RAPORT ASUPRA PROGRAMULUI MHD ÎN ROMÂNIA.

Autori: dr. ing. Nicolae LEMNEAN, dr. ing. Eugen-Dan CRISTEA, ing. Claudiu PEIU (C.N.S.T.).

În prima parte este prezentată activitatea MHD desfășurată în R.S.R. în perioada dintre a 8-a și a 9-a Conferință internațională pentru generarea MHD de energie electrică. În partea a doua a lucrării se discută activitățile de cercetare științifică și dezvoltare tehnologică de perspectivă în domeniul MHD.

6. COMPARAREA TEORETICĂ A MODELELOR DE CURGERE ȘI AMESTEC ÎN CAMERA DE ARDERE MHD CARE FUNCȚIONEAZĂ PE GAZE NATURALE SAU PE PRODUSE DE GAZEIFICARE A LIGNITULUI.

Autori: dr. ing. Eugen-Dan CRISTEA, mat. Dumitru MIHAI, dr. ing. Nicolae LEMNEAN, fiz. Nicoleta VARTOLOMEI.

Scopul acestei lucrări este de a estima modelul de curgere puternic turbionar, reactiv chimic, cu o fază, în camera de arderere MHD a instalațiilor experimentale G.MHD.03 cu un debit de plasmă de 1—1,5 kg/s.

S-a elaborat, pentru doi combustibili (gaz natural și produși de gazeificare a lignitului), un program de calcul denumit „PACAAS", care reprezintă o versiune îmbunătățită a codului PSI—OMEGA al Colegiului Imperial.

Acest program de calcul oferă două seturi de rezultate teoretice pentru comparare, furnizînd noi date pentru camera de ardere a instalației G.MHD.03, aflată acum în curs de proiectare la I.C.S.I.T.E.E.

■ În numărul 2/1986 al buletinului „TEORIA, ENERGETICA, TEHNOLOGIA MHD" editat, de Institutul de Temperaturi Înalte al Academiei de Științe a U.R.S.S., a fost publicat articolul intitulat **„Scurtă privire asupra stadiului lucrărilor privind conversia MHD a enrgiei în R.S.R."**, semnat de dr. ing. Nicolae Lemnean — director adjunct științific la I.C.S.I.T.E.E., reprezentantul R.S.R. în Consiliul Împuterniciților CAER pe problema 1—4 MHD: „Complexul lucrărilor de cercetare științifică și dezvoltare tehnologică, necesare pentru crearea centralei electrice MHD pe combustibil gazos, lichid și solid".

Articolul prezintă o scurtă descriere a lucrărilor din domeniul cercetării și dezvoltării metodei MHD de conversie a energiei, efectuate la Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Echipamente Energetice precum și în alte institute de cercetare și politehnice. Este descrisă instalația G. MHD.03 aflată în stadiul de proiectare.

■ În revista americană „SOLAR ENERGY" nr. 2/1986, vol. 36, pag. 115—124, a fost publicat articolul intitulat **„Un sistem de refrigerare apă-amoniac autonom asistat de energia solară"** al cărui autor este ing. Mihail Dan Staicovici — cercetător științific în cadrul Laboratorului de cercetare tehnologică de valorificare surse noi de energie din I.C.S.I.T.E.E. Sistemul prezentat în articolul menționat anterior constituie obiectul brevetului nr. 80966, al cărui titular este Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Echipamente Energetice.

Articolul prezintă un sistem de absorbție intermitent, cu o singură treaptă, de tipul amoniac-apă, cu o sarcină de răcire de 46 MJ/ciclu, al cărui generator îl constituie captatoarele solare. În lucrare se prezintă detalii constructive și rezultate experimentale. Sînt definite disponibilitatea radiației solare și coeficientul teoretic de performanță al sistemului, Trombe — Foex.

Se fac referiri la cuptoarele solare golite, cu suprafețe selective. Valorile reale ale coeficientului de performanță al sistemului, de 0,25—0,30, se pot realiza la temperatura de generare de 80°C și, respectiv, la temperatura de condensare de 24,3°C.

Pentru capacități mai mari de 450—675 MJ/zi, perioada de amortizare este estimată la 6 și respectiv 4 ani, iar durata de viață la 15—18 ani.

Ing. Vasilica Radu

RECENZII

I. MIHET, FURTUNESCU, H.: Siguranța în exploatare a instalațiilor energetice. Editura Tehnică, București, 1987

În condițiile creșterii continue a necesarului de energie electrică, a producerii acesteia în centrale termoelectrice de mare putere, utilizînd combustibili solizi inferiori, precum și în centrale hidroelectrice cu un înalt grad de automatizare, interconectate prin linii și stații de înaltă tensiune vehiculînd puteri electrice mari, siguranța în exploatare a tuturor acestor instalații ce compun sistemul energetic devine o problemă de mare complexitate, reliefată pregnant și oportun prin apariția prezentei lucrări.

Asigurarea unei alimentări continue cu energie electrică presupune dotarea sistemului energetic național cu utilaje și instalații de înaltă fiabilitate, care să beneficieze de o rezervă corespunzătoare în instalațiile de producere, transport și distribuție a energiei electrice, precum și de existența unui personal de conducere, exploatare și întreținere cu o pregătire profesională de înalt nivel calitativ.

Este meritul lucrării recenzate de a ilustra, prin exemple convingătoare bine alese, atît din sistemul nostru energetic, cît și din sistemele altor țări, diferite cazuri de avarii deosebite ca amploare și avînd o cauzalitate atît de diversificată, ridicînd convingător în fața specialiștilor (din domenul concepției și execuției acestor instalații, cît și a celor din domeniul conducerii și exploatării sistemului energetic), problema necesității realizării unor instalații de înaltă fiabilitate și a evitării la maximum posibil a deranjamentelor și avariilor ce intervin pe parcursul funcționării acestora.

Tratarea „la obiect" a anumitor avarii are marele merit de a oferi lectorului un moment de reflexie asupra propriei activități, asupra contribuției sale la creșterea fiabilității instalației pe care o concepe, o execută sau o exploatează.

Faptul că, la principalele avarii prezentate, sînt arătate, pe lîngă cauzele producerii acestora, și principalele direcții în care s-a acționat după analiza avariei, conferă o calitate suplimentară lucrării ve-

nind astfel în sprijinul celor confruntați cu problematica atît de amplă a fiabilității instalațiilor energetice.

Se apreciază în mod deosebit apariția lucrării care umple un gol în literatura noastră tehnică de specialitate, fiind deosebit de utilă tuturor celor ce își desfășoară activitatea în acest domeniu inclusiv a specialiștilor din domeniul construcțiilor de mașini.

Ing. Teofil Popovici

MIHAESCU, L., CRISTEA, E.D., PĂNOIU, N., GANEA, I., TOTOLO, CR.: ARZĂTOARE TURBIONARE — Teorie, construcție, utilizare, Editura Tehnică, București, 1986

Lucrarea tratează procesele de ardere a combustibililor solizi, lichizi și gazoși prin arzătoare turbionare, în focarele cazanelor și cuptoarelor industriale.

Cartea îngemănează, în mod fericit, rezultatele cercetărilor de ultimă oră pe plan mondial cu rezultatele îndelungatei activități desfășurate în țara noastră în acest domeniu.

Se evidențiază importanța utilizării curgerilor turbionare, ca procedeu de îmbunătățire a stabilității aprinderii și intensificării proceselor de ardere.

Importanța lucrării constă în prezentarea, pentru prima dată în literatura tehnică din țara noastră, a metodelor de predeterminare pe cale matematică a cîmpurilor de viteze, temperaturi și concentrații ale produselor de ardere în incinta de ardere limitate.

În primele două capitole se prezintă rolul arzătoarelor în procesele de ardere și caracteristicile fizico-chimice principale ale combustibililor energetici solizi, lichizi și gazoși.

Capitolul 3 tratează transferul de masă al proceselor de ardere, care stă la baza bilanțului termic al focarelor.

Capitolele 4 și 5 cuprind tratarea teoretică a curgerilor turbionare în condiții de ardere, prin utilizarea criteriilor de turbionare cît și a ecuațiilor de transfer de masă și căldură, care sînt dezvoltate pe larg. De menționat, prezentarea unui nou număr de turbionare ce caracterizează procesul de ardere în sisteme complexe — arzător-ambrazură-focar.

În capitolul 6 se prezintă sistemul de ecuații cu derivate parțiale ce guvernează procesele fizice de curgere și transferul de căldură în focarele cazanelor, cuptoarelor industriale și camerelor de ardere.

Capitolul 7 tratează principalele tipuri de arzătoare turbionare, funcționînd pe combutibili solizi, lichizi și gazoși realizate în țara noastră cît și în străinătate.

În capitolul 8 se prezintă elemente de proiectare a arzătoarelor turbionare, susținute de exemple de calcul.

În capitolul 9 se prezintă instalații de ardere echipate cu arzătoare turbionare, ce dotează cazane funcționînd pe combustibili solizi, lichizi și gazoși.

Rod al muncii unui colectiv de specialiști din Institutul Politehnic București, I.C.S.I.T.E.E. și ICEMENERG, lucrarea completează un gol existent în literatura tehnică românească, fiind de un real ajutor specialiștilor din cercetare, învățămînt superior, proiectare și industrie.

Ing. Constantin Cazacu

INVENȚII BREVETATE ÎN DOMENIUL ECHIPAMENTELOR TERMOENERGETICE

Instalație și metodă pentru menținerea temperaturii la repornirea turbinelor cu abur

Instalația cuprinde mai multe încălzitoare electrice amplasate deasupra unor deschideri, poziționate în mod riguros și practicate în carcasa turbinei, diferiți senzori termici amplasați pe suprafața exterioară a carcasei turbinei, în poziții predeterminate, mijloace de automatizare și control precum și alimentarea cu energie electrică.

Printr-o încălzire controlată a turbinei cu ajutorul încălzitoarelor electrice se asigură o temperatură adecvată (temperatura minimă : aprox. 290 ± 10°C, temperatura maximă : aprox. 400 ± 10°C, temperatura arborelui : aprox. 120°C).

Instalația și metoda prezintă următoarele avantaje :

— menținerea turbinei la temperatura de pornire la un cost care nu depășește 50 $/zi, în cazul unor unități de 600 MW și mai mari, în condițiile economisirii a 30 ... 40 $/ciclu ;
— eliminarea solicitărilor termice din cutiile de abur, carcase, arbori etc. ;
— minimizarea procesului de condensare, cu reducerea coroziunii ;
— repornirea rapidă a grupurilor.

Date bibliografice :

Brevet S.U.A. nr. 4 584 836/1986 cu titlul : Steam Turbine Restart Temperature Maintenance System and Method.

Data publicării : 29 aprilie 1986.

Țara de origine : S.U.A.

Autor : Thoms R. Mc Clelland.

Titular : Westinghouse Electric Corp.

Metodă pentru formarea unui condensator zonal la o turbină cu un singur corp de joasă presiune, în dublu flux

Condensatorul este compartimentat, prin corelarea șicanelor condensatorului cu pereții carcasei turbinei și asigurarea unor etanșări corespunzătoare, într-o zonă de joasă presiune, care coincide cu intrarea apei de răcire, și o alta de înaltă presiune, la ieșirea apei de răcire.

În acest mod, condensatorul modelează mai bine termodinamica procesului de condensare conducînd la creșterea randamentului global.

Invenția poate fi aplicată la condensatoarele turbinelor cu un singur corp de joasă presiune în dublu flux.

Date bibliografice :

Brevet S.U.A. nr. 4 567 729.

Cu titlul : Method of Forming a Zone Condenser with a Single Low Pressure Double Flow Turbine.

Data publicării : 4 februarie 1986.

Țara de origine : S.U.A.

Autor : Gravatt K. Roddis.

Titular : Westinghouse Electric Corp

Instalație de protecție a turbinei pentru operațiunea de by-pass

În funcționarea centralelor electrice, operațiunea de by-pass, deși conduce la decuplarea funcțională a cazanului de turbină, permițînd funcționarea cazanului în condițiile căderii turbinei și, ulterior, o re-

pornire rapidă, este însoțită de probleme serioase în legătură cu supraîncălzirea corpului de înaltă presiune al turbinei.

Instalația rezolvă această dificultate, introducînd un compresor cu jet (sau mai multe în paralel, dacă este necesar) și instalația de automatizare aferentă.

Compresorul cu jet este alimentat de un by-pass suplimentar, care extrage aburul de joasă presiune, circulat prin corpul de înaltă presiune al turbinei, pentru a-i asigura răcirea și îl evacuează, la o presiune mai ridicată, în preîncălzitorul intermediar, după ce în prealabil acest abur a fost răcit într-un răcitor, prin pulverizarea apei prelevate din circuitul regenerativ.

Invenția poate fi aplicată în mod deosebit în centralele electrice echipate cu turbine avînd un corp de înaltă presiune și cel puțin unul de joasă presiune, precum și cu preîncălzitoare intermediare.

Date bibliografice :

Brevet S.U.A. nr. 4 576 008.

cu titlul : Turbine Protection System for By-pass Operation.

Data publicării : 18 martie 1986.

Țara de origine : S.U.A.

Autor : George J. Silvestri Jr.

Titular : Westinghouse Electric Corp.

Centrală cu turbină cu abur umed

Instalația cuprinde, pe fiecare din conductele care leagă corpul de înaltă presiune al turbinei de corpul (corpurile) de joasă presiune, cîte un separator de umiditate, de viteză ridicată (40—70 m/s), amplasat orizontal, și, în aval de acesta, cîte un încălzitor intermediar, amplasat vertical și avînd diametrul cu puțin mai mare decît al conductei de abur pe care este amplasat.

Instalația prezintă următoarele avantaje :

— reducerea de la 10% la 5% a consumului de abur necesar supraîncălzirii ;

— reducerea pierderilor de presiune ;

— evitarea inconvenientelor specifice amplasării orizontale a încălzitorului intermediar ;

— îmbunătățirea eficienței termodinamice globale ;

— creșterea maleabilității la amplasare a traseului de legătură între corpul de înaltă presiune și corpul (corpurile) de joasă presiune.

Invenția poate fi aplicată în mod deosebit la instalațiile cu turbine cu abur umed din cadrul centralelor nuclearo-electrice.

Date bibliografice :

Brevet S.U.A. nr. 4 589 258/1986.

cu titlul : Wet-Steam Turbine Plant.

Data publicării : 20 mai 1986.

Țara de origine : Elveția.

Autor : Peter von Böckh.

Titular : BBC Brown Boveri and Company.

Metodă și aparatură pentru controlarea modului de lucru al ventilelor de reglare de la prizele turbinei cu abur

Se descrie utilizarea unui calculator de proces și a instalației de automatizare și control aferente pentru selectarea modului de lucru al ventilelor de reglare de la prizele turbinei, atfel încît să se optimizeze furnizarea de putere termică și electrică

În acest mod se optimizează raportul dintre puterea electrică și cea termică furnizate de un grup, aspect avînd consecințe importante atît asupra grupului, cît și asupra consumatorului.

Invenția poate fi aplicată cu deosebire în centralele termoelectrice.

Date bibliografice :

Brevet nr. 4 577 281/1986.

cu titlul : Method and Apparatus for Controlling the Control Valve Setpoint Mode Selection for an Extraction Steam Turbine

Data publicării : 18 martie 1986.

Țara de origine : S.U.A.

Autori : James M. Bukowski ș.a.

Titular : Westinghouse Electric Corp.

Metodă și dispozitiv pentru degazarea condensatului în centralele electrice cu turbine cu abur

Se propune o variantă îmbunătățită de utilizare a condensatoarelor ca elemente de degazare, facilitînd o pornire rapidă a grupurilor. În principal, se propune ca la pornirea unui grup din cadrul unei centrale termoelectrice echipate cu mai multe grupuri, să se utilizeze apa degazată deja în condensatorul altui grup, în timp ce condensatorul grupului care se pornește să alimenteze cazanul grupului aflat deja în funcțiune. Pînă la stabilizarea regimului, se poate utiliza și apa degradată, stocată în rezervoare.

Invenția, deși are ca domeniu de aplicare mai ales centralele termoelectrice care nu posedă degazor în circuitul regenerativ, oferă o soluție interesantă și economică și pentru cele echipate cu degazor.

Date bibliografice :

Brevet S.U.A. nr. 4 584 837.

cu titlul : Method and Apparatus for Deaerating Condensate in Power Generating Steam Turbine Plant

Data publicării : 29 aprilie 1986.

Țara de origine : Japonia.

Autori : Kenji Sakka ș.a.

Titular : Hitachi Ltd ; Hitachi Engineering.

Cazan de apă fierbinte cu ardere în strat fluidizat și utilizare

În cazul acestui cazan, particulele inerte circulă în spațiul dintre o primă zonă (în care acumulează o parte a căldurii provenite din combustie) și o a doua zonă (pat fluidizat dens), amplasată deasupra celei dintîi. Cazanul cuprinde un grătar de distribuție, dipozitive de alimentare cu aer, țevi pentru circulația fluidului, aflate în contact cu patul fluidizat. Prima zonă conține un spațiu de combustie, în care traseul țevilor este vertical, un tiraj refractar și, deasupra acestuia, o deschidere pentru dirijarea jetului de particule solide către patul fluidizat. Sînt prevăzute, de asemenea, un preamestecător și dispozitive de alimentare cu aer, combustibil și particule inerte.

Se realizează, în acest mod, creșterea eficienței procesului de ardere și valorificarea unor combustibili solizi cu putere calorifică scăzută.

Date bibliografice :

Brevet S.U.A. nr. 4 574 743/1986

cu titlul : Heat Generator for Heating a Fluid by Heat Exchange through a Fluidized Bed and a Process for Implementing same.

Data publicării : 11 martie 1986.

Țara de origine : Franța.

Autor : Guy Claus

Titular : Elf France.

Ing. Statie Emil

ICSITEE

INSTITUTUL DE CERCETARE STIINTIFICA SI INGINERIE TEHNOLOGICA PENTRU ECHIPAMENTE ENERGETICE

I.C.S.I.T.E.E. prin atelierele proprii de microproducție — BUCUREȘTI

EXECUTĂ:

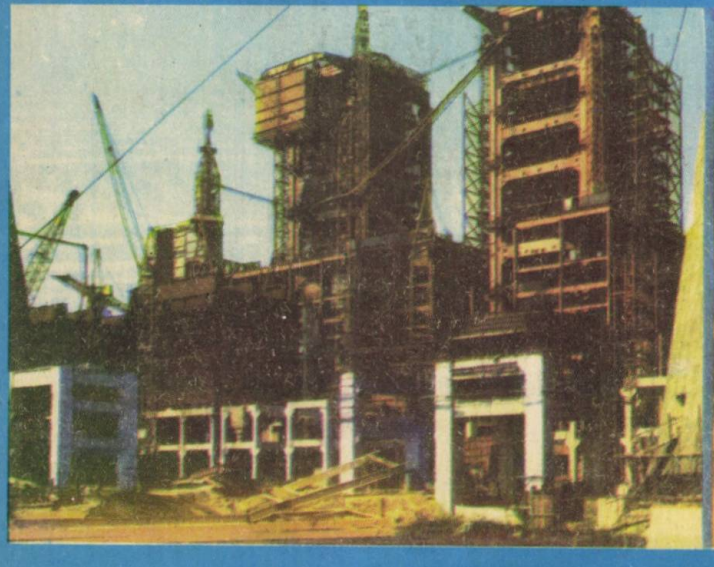
- regulatoare electrohidraulice pentru turboagregate în domeniul de puteri 3÷330 MW;
- traductoare de turație pentru turboagregate;
- turometre cu afișaj digital pentru turboagregate;
- diverse automate de ardere, dotate cu detectoare de flacără (pentru C.T.E., C.T. și diverse instalații industriale);
- cutii de comandă pentru cazane de încălzire;
- cutii de comandă pentru arzătoare tip AMAL, AMAG;
- diverse dulapuri de automatizare (pentru C.T., microhidrocentrale etc.);
- o gamă largă de duze pentru combustibili gazoși, lichizi, duze pentru tăiere oxi-gaz și duze pentru apă etc.;
- compensatori de dilatare și garnituri din azbest (pentru canale de aer și gaze de ardere).

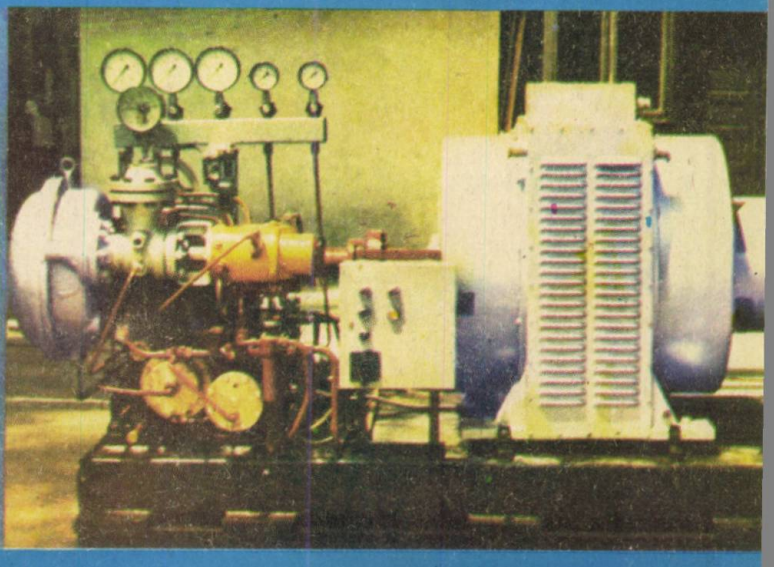
I.C.S.I.T.E.E. prin atelierele proprii de microproducție — CLUJ-NAPOCA

EXECUTĂ:

- pompe dozatoare, 6 TD acoperind un domeniu de debite de 2 . . . 27.000 dm^3/h;
- robinete electromagnetice cu ventil pentru gaz metan, motorină, păcură, reziduri petroliere și apă;
- grup dublu de robinete cu ventil destinat automatizării arzătoarelor navale pe combustibil reziduri petroliere cu debite de 100 kg/h;
- bloc pentru supravegherea flăcării și dispozitiv electronic de aprindere pentru cazanele de încălzit trenurile TIP — GAT — 0,8 Gcal/h
- pompe de înaltă presiune 80 . . . 800 kgf/cm^2 pentru curățire cu jet de apă (2 TD).

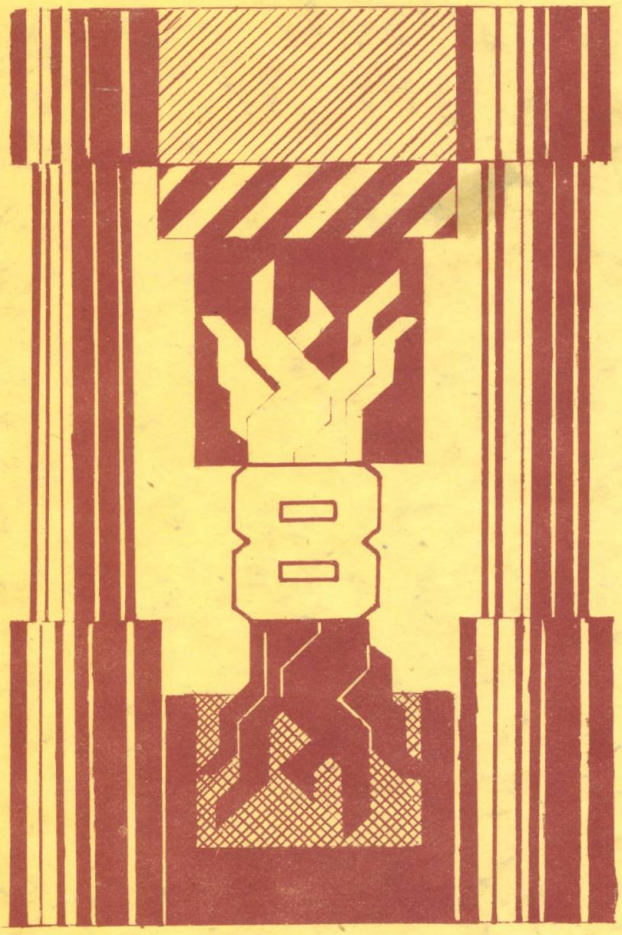
1988 APR 2 8





E3279
04
GÉP I

A VIII-A CONFERINTA DE DEFORMARI PLASTICE LA CALD – BRASOV 1986



R 1987 AUG 24
Referálva

UTILAJE PENTRU DEFORMARE PLASTICĂ LA CALD

CONSTRUCTIA DE MASINI

BUCUREŞTI ■ XXXIX ■ IUNIE ■ 1987

6

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXIX, 6, iunie, 1987

CUPRINS

Utilaje pentru deformare plastică la cald

LUPUȘANSCHI, L., CRISTESCU, C., STRUJAC, D. : **Roboți și manipulatoare de forjă** 289

GRIBOVSCHI, D., DORIANU, E., MĂLĂESCU, D., POP, ST. : **Mecanizarea grupurilor tehnologice de forjare-matrițare** 292

MOLDOVAN, V., SARAMET, C., GIURGIU, ADRIANA, SZABO, C. : **Metodă de calcul complex al batiurilor de prese** 295

MIRON, T., NEAȚĂ, N., MASTICI, G. : **Principalele probleme tehnice legate de asimilarea preselor mecanice de forjat orizontal** 306

CANTA, T., ACHIMIȘ, Gh., SĂBĂDUȘ, D., FRUNZA, D. : **Considerații toretice privind proiectarea mașinilor de forjat oscilante** 310

ȘOIMOȘI, FR., DORIANU, E., RĂDULESCU, M., BURZ, C., KOVACS, ST. : **Presă hidraulică multidirecțională pentru formarea la rece a racordurilor „T" și a crucilor din țeavă** 315

MOLDOVAN, V., MOCIRAN, M. : **Metodă generalizată de calcul energetic al preselor cu șurub acționate hidraulic** 316

RĂDULESCU, M. : **Dispozitiv pentru protecția și controlul filtrelor de înaltă presiune** 320

MOLDOVAN, V., BEJAN, M., GRECU, D. : **Calculul, asistat de calculator, al batiurilor de prese, încărcate simetric** 321

DORIANU, E. : **Mașină de debitat cu disc cu diametrul de 2020 mm. Posibilități de mecanizare** 323

DORIANU, E., MĂLĂESCU, D. : **Manipulator pentru laminoare de preforjare** 326

CONESCU, I., PUIUȚ, H., NEDELCU, ST. : **Modernizarea ciocanelor matrițoare cu dublu efect, acționate cu aer sau abur** 335

Reduceri de consumuri

FORJE, AL., MANEA, D., FORJE, IULIA, VULCU, V., VLAD, M., MORARIU, MARIA, VLAD, DOINA, CÎRSTEA, T. : **Criterii pentru optimizarea consumului de energie la elaborarea oțelului în cuptoare electrice pentru construcția de mașini** 327

* * *

OPRESCU, TEODOSIA : **Revista „Probleme ale construcției de mașini și ale automatizării"** 340

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonator științific : Ing. Armand Vasiliu

SUMARE

CZ : 621.733.74

Lupuşanschi, L., Cristescu, C., Strujac, D.: **Roboţi şi manipulatoare de forjă**

În lucrare sînt arătate preocupările în direcţia mecanizării-automatizării-robotizării secţiilor de forjare, în scopul eliminării efortului fizic şi sporirii productivităţii muncii. Sînt prezentate de asemenea, gama de manipulatoare de forjare pe şine, existentă în fabricaţie, noua generaţie de manipulatoare de forjare pe roţi cu bandaje de cauciuc şi noul robot industrial de forjare.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 6, 3 fig., 3 tab.

CZ : 338.062.214 : 621.975

Gribovschi, D., Dorianu, E., Mălăescu, D., Pop, St.: **Mecanizarea grupurilor tehnologice de forjare-matriţare**

Articolul descrie cîteva soluţii de mecanizare a grupurilor tehnologice de forjare-matriţare (realizate în concepţie proprie), care — prin complexitatea lor — se apropie de stadiul de robotizare. Utilajele, existente în secţia de forjă de la „23 August" contribuie la creşterea productivităţii muncii şi a calităţii produselor, precum şi la reducerea efortului fizic şi îmbunătăţirea condiţiilor de muncă.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 6, 3 fig.

CZ : 621.975

Moldovan, V., Şaramet, C., Giurgiu, Adriana, Szabó, C.: **Metodă de calcul complex al batiurilor de prese**

Proiectarea complexă a batiului preselor mecanice implică, pe lîngă aspectele de rezistenţă, şi altele, vizînd rigiditatea reducerea consumului de metal, estetica maşinilor şi funcţionalitatea. Respectarea acestora conduce la o proiectare optimală a batiurilor. În lucrare, se pleacă de la rezultatele obţinute pînă în prezent în această direcţie, prezentîndu-se o metodă de calcul complex, care realizează o optimizare a formei batiului, precum şi a secţiunilor transversale ale elementelor componente, considerînd şi aspectul al noii forme proiectate.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 6, 9 fig., 6 tab., 4 ref. bibl.

CZ : 621.975

Miron, T., Neaţă, N., Mastici, G.: **Principalele probleme tehnice legate de asimilarea preselor mecanice de forjat orizontal**

În legătură cu asimilarea în ţară a preselor mecanice de forjat orizontal de 2,5, 6,3 şi 10 MN, autorii analizează problemele de bază ale proiectării acestor utilaje, trecînd în revistă caracteristicile constructive şi funcţionale ale MFO produse în România.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 6, 4 fig., 1 tab.

CZ : 621.975

Canta, T., Achimaş, Gh., Săbăduş, D., Frunză, D.: **Consideraţii teoretice privind proiectarea maşinilor de forjat oscilante**

Articolul descrie o maşină de forjat oscilantă (fig. 7), cu următoarele caracteristici :

— puterea de antrenare a port-sculei : P = 190 kW ;
— forţa de avans axial : F_a = 1250 kN ;
— viteza de oscilaţie : n_s = 600/min ;
— viteza de avans axial : v = 10 mm/s ;
— diametrul minim de flanşă matriţată : D_s = 300 mm ;
— productivitatea 1—2 flanşe/min.

Avînd în vedere avantajele procesului, se impune generalizarea lui în producţie, prin realizarea — mai ales — a unor maşini pentru matriţarea la cald şi semicald.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 6, 7 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 621.979.82

Şoimaşi, Fr., Dorianu, E., Rădulescu, M., Burz, C., Kovacs, St.: **Presă hidraulică multidirecţională pentru formarea la rece a racordurilor „T" şi a crucilor din ţeavă.**

Lucrarea se referă la o presă tridirecţională pentru formarea la rece a unor repere utilizate la instalaţiile din cadrul centralelor nucleare. Utilajul acţionează prin deformare plastică în matriţă, ca efect al presiunii interioare exercitate prin intermediul unui fluid tehnologic. Procedeul este foarte economicos, deoarece piesele se execută pe o singură maşină, rapid şi fără consum de energie termică.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 6, 1 fig.,

CZ : 621.979.82

Moldovan, V., Mociran, M.: **Metodă generalizată de calcul energetic al preselor cu şurub acţionate hidraulic**

Lucrarea este o sinteză de relaţii practice de calcul pentru dimensionarea motoarelor hidraulice, precum şi calcule energetice şi de randamente necesare în cazul acţionării hidraulice a preselor cu şurub. Metoda se poate aplica la orice tip de asemenea prese.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 6, 5 ref. bibl.

CZ : 621-7

Rădulescu, M.: **Dispozitiv pentru protecţia şi controlul filtrelor de înaltă presiune**

Articolul descrie un dispozitiv (brevetat) pentru protecţia la şocuri de presiune şi controlul colmatării filtrelor de presiune pentru instalaţii hidrostatice de acţionare. Dispozitivul asigură o serie de avantaje, înlăturînd şi neajunsurile soluţiei bazate pe sesizoare de colmatare.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 6, 2 fig.

CZ : 621.771.2

Moldovan, V., Bejan, M., Grecu, D.: **Calculul, asistat de calculator, al batiurilor de prese, încărcate simetric**

Programul CADSIM este conceput pentru calculul cadrelor simetrice de tip închis încărcate simetric, oferind utilizatorului un instrument eficient în scopul optimizării proiectării şi construcţiei cadrelor utilajelor pentru deformări plastice. Programul este realizat sub forma unui sistem interactiv funcţionînd pe un calculator WANG 2200 VP şi este scris în limbajul BASIC-2.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 6, 2 fig., 3 ref. bibl.

CZ : 621.934

Dorianu, E.: **Maşină de debitat cu disc de diametru 2200 mm. Posibilităţi de mecanizare**

Utilajul descris realizează debitarea semifabricatelor cu diferite configuraţii : bare rotunde ($\varnothing_{max}$ = 700 mm), bare pătrate (l_{max} = 400 mm), ori alte profile laminate sau trase, cu secţiune echivalentă. Faţă de alte tehnologii de debitare, pierderea de material este considerabil redusă, pentru că grosimea discului tăietor este de numai 20 mm, motiv pentru care procedeul este avantajos, în cazul debitării semifabricatelor cu secţiune mare.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 6, 2 fig., 2 tab.

CONTENTS

DC : 621.733.74

Lupuşanschi, L., Cristescu, C., Strujac, D.: **Forging robots and manipulators**

The paper presents the trends in automation, mechanization and robotics for forging shops for reducing human labour and increasing productivity. They is presented the range of manipulators on rails produced by industry, the new generation of forging manipulators on tires and a new forging robot.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 3 Figs., 3 Tabs.

DC : 338.062.214 : 621.975

Gribovschi, D., Dorianu, E., Mălăescu, D., Pop, St.: **Mechanizing technological drop forging systems**

The authors describe some solution, for mechanizing technological drop forging systems — by their design — approched to robotics. The devices, in line at the forging plant of „23 August" factory contribute to an increased productivity, better quality and improved labour conditions.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 3 Figs.

DC : 621.975

Moldovan, V., Şaramet, C., Giurgiu, Adriana, Szabó, C.: **A general method of energetic calculation for hydraulic screw — presse**

The paper is synthesis of practical formulas to calculate hydraulic motors, and the output for hydraulic screw-presses.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 9 Figs., 6 Tabs., 4 Paps.

DC : 621.975

Miron, T., Neaţă, N., Mastici, G.: **The main technical problems concerning the horizontal forging machines**

In connection with the production in this country of the horizotal forging machines of 2,5 ; 6,3 and 10 MN, a review of the principal problems in design is presented.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 4 Figs., 1 Tab.

DC : 621.975

Canta, T., Achimaş, Gh., Săbăduş, D., Frunză, D.: **Theoretical considerations concerning the design of orbital forging machines**

The paper describes an orbital forging machine with this principal specifications :

— main tool power :	190 kW
— axial power :	1250 kN
— oscilating speed :	600 rot/min.
— axial speed :	10 mm/sec
— minimum flange diameter :	300 mm
— output :	1—2 flanges/min.

The advantages, of this technology leads to the developement of hat and warn forging machines.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 7 Figs., 4 Paps.

DC : 621.979.82

Şoimaşi, Fr., Dorianu, E., Rădulescu, M., Burz, C., Kovacs, St.: **Multidirectioned press for cold forming from tubes „Tee" and cross fittings**

A three directional cold forming press in described. The technology is based on hydraullic forming in closed dies of „Tee" and cross fittings, very economically and without thermal energy consumption.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 1 Figs.,

DC : 621.979.82

Moldovan, V., Mociran, M.: **Generalized method for designing hydraulic screw presses**

The paper presents some practical formulas to calculate hydraulic motors for every type of screw presse.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 5 Paps.

DC : 621-7

Rădulescu, M.: **New device for protection and control of high pressure filters**

The paper describes a new device for protection against mudding in pressure filters for hydraulical equipment. The device has some advantages and eliminates the mudding transducers.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 2 Figs.

DC : 621.771.2

Moldovan, V., Bejan, M., Grecu, D.: **Computer aided of the press podies simetrically charged**

A CADSIM program is concieved for the design of simetric press bodies. The program is based on an interacting system for a WANG 2200 VP computer and is writt en in BASIC-2.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 2 Figs., 3 Paps.

DC : 621.974

Dorianu, E.: **Sawing machine with 2200 mm dia oportunity of mechanisation**

The machine is fitted to cut rounds up to 700 mm dia squares up to 400 mm on other sections with equivalent area. The technology is economical because of the with of the disc which is only of 20 mm.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 2 Figs., 2 Tabs.

DC : 621.733.74

Dorianu, E., Mălăescu, D.: **Manipulator for forging rolls**

Is described the design and the posibilities of a manipulator for forging rolls of 100 and 75 mm. The manipulator can be automatically or manualy actuated. A meas designed by ICSITPSCM from Cluj-Napoca und is produced by I.A. — Piteşti.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 1 Figs.

DC : 621.365.2

Forje, A., Manea, D., Forje, Iulia, Vulcu, V., Vlad, M., Morariu, Maria, Vlad, Doina, Cîrstea, T.: **Optimisation Criteria of the Energy Consumption Specific to the Steel Making Process in the Electric Furnaces for the Machine Building Industry**

The paper presents a comparative study of the energy consumption of a steel mill fitted with resistance-arc furnaces (1,1—1,9 t) used for the small items casting as well as with high capacity furnaces (10—50 t). In terms of certain variables such as : the specific energy of the steel making process, the rated output, the specific power of the steel making process, the overall output of the steel making process is derived for the steel mills considered. It has been ascertained that the steel making process overall efficiency increases along with the „enertime" reduction, the latter representing the product of the consumed energy and the time necessary for the steel making process. The energy input increase leads to the melting times reduction, to the output increase and consquently, to the specific energy consumption decrease. It follows that the „enertime" reduction imposes the optimisation of the technical-economical parameters.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 10 Figs., 5 bibl. paps.

DC : 338.062.214 : 621.974

Conescu, I., Nedelcu, Şt., Puiuţ, H.: **Modernizing drop forging hammers**

The modernizing consists on putting an electrohidraulic device to the heavy parts of a hammer. The „Lasco" company claims that energy consumption for a classical pneumatic hammer, is sufficient for four equivalent electro-hydraulic hammers.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 16 Figs., 3 Paps.

SOMMAIRES

CD : 621.733.74

Lupuşanschi, L., Cristescu, C. : **Robots et manipulateurs de forge**

L'article décrit des realisations dans la domaine de l'automatisation du travail de forge. On décrit aussi la gamme produite de manipulateurs sur rails, la nouvelle série de manipulateurs à pneus et un nouveau robot de forge.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 6, 3 fig., 3 tab.

CD : 338.062.214 : 621.975

Gribovschi, D., Dorianu, E., Mălăescu, D., Pop, St. : **Mécanisation des groups téchnologiques de forgeage — estampage**

On presente quelques solutions de mécanisation des groups téchnologiques de forgeage-ertampage lesquels se rapprochent aux robots. Les outils-existant aux usines „23 August' de Bucarest assurent une productivité accrue, meilleure qualité et des bones conditions de travail.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 6, 3 fig.

CD : 621.975

Moldovan, V., Saramet, C., Giurgiu, Adriana, Szabó, C. : **Méthode complexe de calcul des bâtis de presse**

Le calcul de bâtis des presses mécaniques comporte des considerations de resistance, rigidite, economie de material éstetique et fonctionalité. L'article est base sur les resultats obtenus jusqu-à present, completés par une nouvelle methode laquelle conduit à l'optimisation des projets de la forme du bâti et des sections transversales.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 6, 9 fig., 6 tab., 4 réf. bibl.

CD : 621.975

Miron, T., Neaţă, M., Mastici, G. : **Les principaux aspects téchniques de la production des presses mecaniques orizontales**

Du lancement de la production des machines orizontales à forger de 2,5 ; 6,3 et 10 MN, les auteur font une analyse des projets et des caracteristiques des machines produiter en Roumanie.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 6, 4 fig., 1 tab.

CD : 621.975

Canta, T., Achimas, Gh., Săbădus, D., Frunză, D. : **Considerations théoretiques concernant les projets des machines de forgeage oscilant**

L'article decrit une machine de forgeage oscilant au suivants carachteristiques :

— force du port-outil P = 190 kw ;
— force d'avance axial F_a = 1250 kN ;
— vitese d'oscillation m = 600/min. ;
— vitesse d'avance axiel v = 10 mm/sec ;
— diamètre moyen de la piece estampé D_s = 300 mm ;
— productivité 1—2 pieces/min.

En considerant les avantages du procedé, s'impose sa generalisation par des machines de formage à chaud et à mi-chaud.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 6, 7 fig., 4 ref. bibl.

CD : 621.975.82

Şoimaşi, Fr., Dorianu, E., Rădulescu, M., Burz, C., Kovacs, St. : **Presse hydraulique multidirectionale pour le formage à froid des raccords „T" et "croix"**

Les auteurs presentent une presse a trois directions de travail pour le formage à froid des racords pour centrales nucleaires. Le formage à lieu dans une matrice, par l'effet d'une pression interne d'un fluide technologique. Le procedée est économique, parce-que le pieces se produisent sur une seule machine, rapidement et sans consomation d'énergie thermique.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 6, 1 fig.

CD : 621.979.62

Moldovan, V., Mociran, M. : **Methode generalisé de calcul energetique des presses à vis hydrauliques**

L'article est un synthèse de relation pratiques de calcul des moteurs hydrauliques, calculs energétiques et de rendement nécessaires aux projets des presses à vis.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 6, 5 réf. bibl.

CD : 621-7

Rădulescu, M. : **Dispositif de protection et contrôle des filtres de haute pression**

L'article decrit un dispositif (breveté) pour la protection aux chocs de pression, et le contrôle du colmatage des filtres de pression pour les installations hydrostatiques. Le dispositif assure un série d'avantage, évitant la servitude des sessiseurs de colmatage.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 6, 2 fig.

CD : 621.771.2

Moldovan, V., Bejan, M., Grecu, D. : **Calcul des batis de presses à charge symetrique, par calculatrice**

Le programme CADSIM et conçu pour le calcul des bâtis symetrique de type fermé, chargés symetriquement au but d'offir des formules optimales pour les projet des bâtis des presses. Le programe est realisé comme un système interactif pour un calculatrice WANG 2200 VP et il est écrit en langage BASIC-2

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7, 2 fig., 3 réf. bibl.

CD : 621.934

Dorianu, E. : **Scie à disque de 2200 mm. Possibilités de mécanisation**

La machine décrite peut cisailler des ronds jusqu 'à 700 mm et des carrées de 400 mm ou des sections équivalentes. En comparaison d'autres technologies, la perte de material est reduite parce-que l'epaisseur du disque est de seulement 20 mm.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 6, 2 fig., 2 tab.

CD : 621.733.74

Dorianu, E., Mălăescu, D. : **Manipulateur pour laminoir de forgeage**

L'article le construction, le fonctionement et les posibilités d'exploatation d'un laminoir de forgeage de diametres 100 et 75 mm. Le laminoir peut fonctionner automatiquement on manuel et assure aussi l'alimentation et l'evacuation des pieces. Le projet est realisé par I.C.S.I.T.P.S.C.M. de Cluj-Napoca et fabriqué par I.A. Piteşti on il este eu service.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 6, 1 fig.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 621.733.74

Lupuşanschi, L., Cristescu, C., Strujac, D.: **Roboter und Schmiedemanipulatoren**

In der Arbeit beschäftigen sich die Autoren mit der Einführung der Mechanisierung + Robotertechnik in den Schmiedeabteilungen, mit dem Zweck der Vermeidung der körperlichen Arbeit und der Steigerung der Arbeitsleistung. Desgleichen werden die Reihe der in Herstellung sich befindenden, auf Schinen laufenden Schmiedemanipulatoren, die neve Generation der Schmiedemanipulatoren mit gummibereiften Rädern sowie der neue Schmiederoboter vorgestellt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 6, 3 Bilder, 3 Tabellen.

DK : 338.062.214 : 621.975

Gribovschi, D., Dorianu, E., Mălăescu, D., Pop, St.: **Mechanisierung der technologischen Gruppen für Schmieden und Gesenkschmieden**

Die Arbeit beschreibt einigen Lösungen zur Mechanisietung der selbstentwickelten Frei — unf Gesenkschmiedeanlagen, welche durch ihren komplexen Aufbau sich der Robotertechnik nähert. Diese sich in der Schmiedeabteilung des Werkes „23 August" befindenden Anlagen führen zur Steigerung der Arbeitsleistung und der Werkstückgüte sowie zur Verminderung der körperlichen Arbeit und Verbesserung der Arbeitsbedingungen.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 3 Bilder

DK : 621.975

Moldovan, V., Şaramet, C., Giurgiu, Adriana, Szabo, C.: **Komplexe Berechningsmethode der Pressenständer**

Bei der komplexen Projektierung der Ständer für mechanische Pressen sind ausser Festigkeitsberechnung auch andere Aspekte betreffend Steifigkeit, Metallverbrauch sowie Design und Zweckmässigkeit der Maschinen mitzuberücksichtigen. Die Beachtung all dieser Aspekte führt zu einer optimalen Projektierung der Pressenständer. In der vorliegenden Arbeit wird von den bis zur Zeit erzielten Ergebnissen ausgegangen und anschliessen eine komplette Berechnungsmethode dargestellt, mit deren Hilfe eine Optimierung der Ständerform sowie der Querschnitte der Bestandteile erzeilt wird.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 9 Bild., 6 Taf., 4 Lit.

DK : 621.975

Miron, T., Neaţă, N., Mastici, G.: **Wichtige technische Probleme verbunden mit der Herstellung in Rumänien der mechanischen Horizontalschmiedepressen**

Mit Bezug auf die Herstellung in Rumänien der mechanischen Horizontalschmiedepressen von 2,5; 6,3 und 10 MN, analysieren die Autoren die Grundprobleme für die Projektierung dieser Ausrüstungen, wobei sie eine kurze Übersicht der Bau — und Funktionsmerkmale der in Rumänien hergestellten MFO — Horizontalschmiedepressen geben.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 4 Bild., 1 Taf.

DK : 621.975

Canta, T., Achimaş, Gh., Săbăduş, D., Frunză, D.: **Theoretische Betrachtungen zur Projektierung von Schmingschmiedemaschinen**

Es wird eine Schwingschmiedemaschine (Bild 7) mit folgenden Kenndate beschrieben :

— Antriebskraft des Werkzeughalters P = 190 kW;
— axiale Vorschubkraft F_a = 1250 kN ;
— Schwinggeschwindigkeit n_s = 600/min ;
— axiale Vorschubgeschwindigkeit v = 10 mm/s ;
— min. Durchmesser der gesenkgeschmiedeten Flansche D_s = 300 mm;
— Leistung 1—2 Flanschen/min.

In Anbetracht auf die Vorzüge des Verfahrens, erscheint seine allgemeine Einführung in der Produktion erforderlich u.zw. insbesondere durch Herstellung von Heiss — und Warmgesenkschmiedemaschinen.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 7 Bild., 4 Lit.

DK : 621.979.82

Şoimoşi, Fr., Dorianu, E., Rădulescu, M., Burz, C., Kovacs, St.: **Hydraulische Vielrichtungspresse zum Kaltformen der T-Verbindungen und Kreuzrohre**

Die Arbeit bezieht ich auf eine Dreirichtungspresse zum Kaltformen von Werkstücken, welche bei Anlagen im Rahmen der Atomkraftwerke eingesetzt werden. Die Presse arbeitet durch Zähverformung in einer Matrize infolge eines durch eine Flüssigkeit angestrebten inneren Drukes. Das Verfahren is sehr wirtschaftlich, da die Werkstücke sehr schnell und wärmeenergiesparend auf einer einzigen Maschine hergestellt werden.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 1 Bild.

DK : 621.979.82

Moldovan,, V., Mociran, M.: **Verallgemeinerte Methode zur Energieberechnung der hydraulisch betriebenen Schraubenpressen**

Die Arbeit ist eine Zusammenfassung von praktischen Berechnungsbeziehungen für die Bemmesung von Hydraulikmotoren sowie Energie — und Leistungsberechnungen, welche im Falle der Hydraulikantriebe der Schraubenpressen notwendig sind. Die Methode kann für alle Typen solcher Pressen angewandt werden.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, Bezugnahme auf 5

DK : 621-7

Rădulescu, M.: **Vorrichtung zum Schutz und Kontrolle des Hochdruckilter**

In der Arbeit wird eine patentgeschützte Vorrichtung für den Schutz gegen Druckstösse und die Kontrolle gegen Verschlamm der Druckfilter für hydrostatiche Antriebsanlagen beschrieben. Die Vorrichtung gewährleistet eine Reihe von Vorzügen, wobei die Unzulänglichkeiten der auf Verschlammungsfühler basierender Lösung vermieden werden.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 2 Bilder.

DK : 621.771.2

Moldovan, V., Bejan, M., Grecu, D.: **Rechnergestützte Berchnung der symmetrisch belasteten Pressenständer**

Das Programm CADSIM wurde für die Berechnung der symmetrischen Rahmen vom geschlossenen Typ, mit symmetrischer Belastung entwickelt, wobei dem Verwender ein wirksames Mittel zur Projektierungs — und Herstellungsoptimierung der Rahmen für Zähverformungsausrüstungen zur Verfügung gestellt wird. Das Programm it in der Form eines interaktiven Systems ausgearbeitet und funktioniert auf einem Rechner Wang 220 VP mit Basic — 2 — Sprache.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 2 Bilder, Bezugnahme auf 3 Schrifttumstitel.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 621.733.74

Лупушански, Л., Кристеску, К., Стружак, Д. : *Роботы и кузнечные манипуляторы*

В работе представлены направления в области механизации-автоматизации-роботизации кузнечных цехов с целью удаления физического усилия и повышения производительности труда. Также представлены производящиеся теперь типы рельсовык кузнечных манипуляторов, новые типы кузнечных колесных манипуляторов с резиновыми шинами и новый промышленный кузнечный работ.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 6, 3 рис., 3 табл.

ДК : 338.062.214.621.975

Грибовски, Д., Доряну, Е., Мэлэеску, Д., Поп, Ш. : *Механизация технологических штамповочных-кузнечных узлов*

Представлены некоторые возможности по механизации технологических кузнечно-штамповочных узлов (собственной концепции), которые своей комплексностью приближаются к стадий роботизации. Оборудование, находящееся в кузнечном цехе завода «23 Августа» способствует повышению производительности труда, качества изделий, уменьшению физического усилия и улучшению условий труда.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 6, 3 рис.

ДК : 621.975

Молдован, В., Шарамет, К., Джурджу, Адриана, Сабо, К. : *Метод комплексного расчёта прессовых станин*

Комплексное проектирование станин механических прессов включает, кроме вопросов прочности и вопросов жесткости, уменьшения расхода металла, эстетики машин и функциональности. Соблюдение данных вопросов способствует оптимальному проектированию станин. В работе используются полученные до сих пор результаты в этой области, представляется метод комплексного расчёта при которам получается оптимизация формы станины, поперечного сечения составляющих элементов и внешности новой проектированной формы.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 6, 9 рис., 6 табл., 4 библиогр.

ДК : 621.975

Мирон, Т., Няцэ, Н., Мастичь, Т. : *Основные технические вопросы освоения механических горизонтальных кузнечных прессов*

Для освоения в нашей стране механических горизонтальных кузнечных прессов на 2,5 ; 6,3 и 10 МН авторы анализируют основные вопросы проектирования данного оборудования, рассматривая конструктивные и рабочие характеристики изготовленных в Румынии горизонтально-кузнечных машин.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 6, 4 рис., 1 табл.

ДК : 621. 975

Канта, Т., Акимаш, Г., Сэбэдуш, Д., Фрунзэ, Д. : *Теоретические соображения проектирования качающихся кузнечных машин*

Представляется данный тип машины (рис. 7), указывая их характеристики :

— мощность привода державки : P = 190 кВт ;
— сила осевой подачи : F_a = 1250 кН ;
— скорость качания : n_s = 600 мин ;
— скорость осевой подачи : v = 10 мм/с ;
— миним диаметр штампованного фланца : D_s = 300 мм ;
— производительность : 1—2 фланца/мин.

Имея в виду достойства способа, предлагается его общее применение в производстве в виде машин горячей и полугорячей штамповки.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 6, 7 рис., 4 библиогр.

ДК : 621.979.82

Шоймоши, Ф., Доряну, Е., Рэдулеску, М., Бурз, К., Ковач, Ш. : *Многосторонний гидравлический пресс для холодного изготовления тройников и крестовин из труб*

В работе представлен трехсторонний пресс для холодной формовки некоторых деталей для установок ядерных станций.

Оборудование работает методом пластической деформации в штампе как результат действия внутреннего давления через технологическую жидкость.

Способ очень экономичен благодаря изготовлению деталей на одной машине, выполняется большей скоростью и без расхода термической энергии.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 6, 1 рис.

ДК : 621.979.82

Молдован, В., Мочиран, М. : *Общий метод энергетического расхода гидравлических винтовых прессов*

Работа является синтезом практических зависимостей для расчета размеров гидравлических двигателей, для энергетических расчетов и для расчета КПД, необходимые при гидравлическом приводе винтовых прессов. Метод применяется для любого типа этих прессов.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 6, 5 библиогр.

ДК : 621—7

Рэдулеску, М. : *Устройство для защиты и контроля фильтров высокого давления*

В работе представлено устройство (патентированное) для защиты против ударов давления и контроля кольматажа фильтров давления для приводных гидростатических установок. Устройство имеет достойства, устраняя недостатки решения, основанного на использовании датчиков кольматации.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 6, 2 рис.

ДК : 621.771.2

Молдован, В., Бежан. М., Греку, Д. : *Расчет, под наблюдением ЭВМ, симметрически нагруженных пресовых станин*

Программа КАДСИМ составлена для расчета симметрических рам закрытого типа, симметрически нагруженных, создав таким образом эффективное приспособление для оптимизиции проектирования и изготовления рам оборудования для пластической деформации. Программа составлена в виде взаимодействующей системы на основе ЭВМ WANG 2200 VP и с использованием языка BASIC-2.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 6, 2 рис., 3 библиогр.

CZ : 621.733.74

Dorianu, E., Mălăescu, D. : **Manipulator pentru laminoare de preforjare**

Articolul descrie construcția, funcționarea și posibilitățile de exploatare ale unui manipulator pentru laminoarele de preforjare de ∅ 100 și 75 mm. Subansamblele componente ale manipulatorului formează o instalație care lucrează automat sau cu comandă manuală și asigură o serie de operații, de la alimentarea laminorului cu semifabricate pînă la evacuarea lor. Manipulatorul este proiectat de I.C.S.I.T.P.S.C., filiala Cluj-Napoca și a fost executat — prin autoutilare — la I.A. Pitești, unde se află în fază de probe și reglaje.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 6, 1 fig.

CZ : 621.365.2

Forje, A., Manea, D., Forje, Iulia, Vulcu, V., Vlad, M., Morariu, Maria, Vlad, Doina, Cîrstea, T. : **Criterii pentru optimizarea consumului de energie la elaborarea oțelului în cuptoare electrice pentru construcția de mașini**

În lucrare se analizează comparativ consumurile de energie ale unei oțelării echipate cu cuptoare electrice cu arc (1,1—1,9 t) pentru elaborarea oțelului necesar turnării unor piese mici și o oțelărie echipată cu cuptoare de mare capacitate (10—15 t). Pe baza unor mărimi ca : energia specifică aferentă procesului de elaborare, productivitatea muncii, puterea aferentă procesului de elaborare, se determină eficiența globală a procesului de elaborare a oțelului în cazul celor două oțelării considerate. Se constată că eficiența globală a procesului de elaborare a oțelului crește o dată cu scăderea „enertimpului", care reprezintă produsul dintre energia consumată și timpul necesar elaborării oțelului. Creșterea aportului energetic duce la reducerea timpilor de topire, la creșterea productivității și în consecință la diminuarea consumului specific de energie, pentru reducerea „enertimpului" fiind deci necesară o optimizare tehnico-economică a parametrilor procesului.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 6, 10 fig., 1 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 338.062.214 ; 621.974

Conescu, I., Nedelcu, Șt. Puiuț, H. : **Modernizarea ciocanelor matrițoare cu dublu efect acționate cu aer sau abur**

Modernizarea constă în înlocuirea sistemului pneumatic de acționare, cu altul, de acționare electrohidraulică, refolosind părțile grele ale utilajului (montanți, șabotă etc.). Un bilanț energetic întocmit de firma „LASCO" demonstrează că energia necesară pentru acționarea unui ciocan pneumatic poate asigura funcționarea a patru ciocane acționate electro-hidraulic, de aceleași dimensiuni și puteri.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 6, 10 fig., 3 ref. bibl.

CD : 621.365.2

Forje, A., Manea, D., Forje, Iulia, Vulcu, V., Vlad, M., Morariu, Maria, Vlad, Doina, Cîrstea, T. : **Criteres pour optimiser la consommation d'energie pendant le processus d'elaboration de l'acier dans les fours electriques desservant les constructions mécaniques**

Une analyse est faite sur la base d'une comparaison des consommations d'énergie, d'une part, d'une acierie à fours électriques à arc (1,1—1,9 t) destinée à l'élaboration de l'acier nécessaire au moulage des pièces de faibles dimensions et, d'autre part, dans une acierie équipée de fours de grande capacité (10—50 t). L'efficience globale du processus d'élaboration de l'acier dans les deux acieries examinées est estimée en fonction de l'énergie spécifique afférente au processus d'élaboration, de la productivité du travail et de la puissance afférente au processus d'élaboration. L'efficience globale du processus d'élaboration de l'acier s'accroît une fois avec la baisse de l'„éner-temps" (le produit de l'énergie consommée et du temps nécessaire à une diminution des temps de coulée, à un accroissement de la productivité et, par conséquant, à une baisse de la consommation spécifique d'énergie. Pour réduire l'„éner-temps" il est donc nécessaire de réaliser une optimisation technique économique des paramètres caractérisant le processus.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 6, 10 fig., 1 tab., 5 réf. bibl.

CD : 338.062.214 : 621.994

Conescu, I., Nedelcu, Șt., Puiuț, H. : **Modernisation des marteaux-pilon pnematiques ou à vapeur**

On remplace le système pneumatique avec des moteurs électrohydrauliques, sur le même bôti du marteau. Un bilan énergetique calculé par la firme „Lasco" conclut que l'énergie consomme par un marteau pneumatique peut assurer le fonctionement de quatre marteause electrohydrauliques.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 6, 10 fig., 3 réf. bibl.

DK : 621.934

Dorianu, E. : **Schneidemaschine mit 2020 mm — Schneidescheibe. Mechanisierungsmöglichkeiten**

Die beschriebene Maschine schneidet Halzeuge verschiedener Form : runde Barren ($\varnothing_{max}$ = 700 mm), vierectige Barren (l_{max} = 400 mm) und andere gewalzte oder gezogen Profile mit gleichwertigen Querschnitten. Im Vergleich zu andere Schneideverfahren, ist der Werkstoffverlust sehr gering, weil die Schneidescheibe nur 20 mm dick ist. Da ist der Grund wofür dieses Schneideverfahren für das Schneiden von Halbzeugen mit grossem Querschnitt von Vorteil ist.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 6, 2 Bilder, 2 Tabellen.

DK : 621.733.74

Dorianu, E., Mălăescu, D. : **Manipulator für Vorschmiedewalzwerke**

Im Artikel wird der Bau, die Arbeitsweise und die Betriebmöglichkeiten eines Manipulators für Vorschmiedewalzwerke von ∅ 100 und 75 mm. Die Bauteile des Manipulators bilden eine handgesteuerte oder automatisch arbeitende Einheit und gewährleistet eine Reihe von Arbeitsgängen beginnend von der Zuführung der Halbzeuge zum Walzwerk bis zum Abtransportieren der bearbeiteten Werkstücke. Der Manipulator wurde von ICSITPSCM Zweigstelle Cluj-Napoca projektier und bei I.A. Pitești — durch Selbstausrüstung — hergestellt, wo er sich in Probe — und Einstellungsphase befindet.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 6, 1 Bild.

DK : 621.365.2

Forje, A., Manea, D., Forje, Iulia, Vulcu, V., Vlad, M., Morariu, Maria, Vlad, Doina Cirstea, T.: **Kriterien zur Optimisierung des Energieverbrauches bei der Stahlherstellung in eleckroöfen für den Maschinenbau**

In der Arbeit wird vergleichsweise der Energieverbrauch einer Stahlhütte, ausgestattet mit Lichtbogenöfen (1,1—1,9 t) zur Herstellung des notwendigen Stahles für die Giessung von Kleinstücken und einer Stahlhütte ausgestattet mit Grossöfen (10—50 t) dargestellt. Aufgrund einiger Grössen wir spezifischer Energieverbrauch im Herstellungsprozess, Arbeitsproduktivität, notwendige Leistung im Herstellungsprozess, wird der Gesamtwirkungsgrad des Stahl-Herstellungsprozesses im Falle zweier Stahlhütten bestimmt. Es wird festgestellt, dass der Gesamtwirkungsgrad des Stahl-Herstellungsprozesses mit der „Energiezeit" abnimmt; diese stellt das Produkt zwischen der verbrauchten Energie und die notwendige Zeit zur Herstellung des Stahles dar. Der Anstieg des Energiezufuhrs führt zur Verminderung der Abschmelzzeit, zum Anstieg der Produktivität und folglich zur Herabsetzung des spezifischen Energieverbrauches. Folglich ist für die Abnahme der „Energiezeit" die Optimisierung der technisch-ökonomischen Parameter des Prozesses erforderlich.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 10 Bild., 1 Taf., 5 Lit.

DK : 338.062.214 : 631.974

Conescu, I., Nedelcu, St., Puiuţ, H.: **Modernisierung der luftoder dampfangetriebenen Gesenkschmiedehämmer mit Doppelwirkung**

Die Modernisierung besteht in der Ersetzung des pneumatischen Antriebssystems mit eine elektrohydraulischen Antriebssystem, wobei die schweren Teile (Säulen, Schabotte, u.s.w.) beibehalten werden. Eine von der Firma Lasco erstellen Energiebillanz weist nach, das die für den Antrieb eines einzigen Pneumatik-Schmiedehammers notwendige Energie ausreicht um 4 gleichgrosse elektrohydraulische Schmiedehämmer anzutreiben.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 6, 16 Bilder. Bezugnahme auf 3 Schrifttumstitel.

ДК : 621.934

Доряну, Е.: *Станок для резки диском 2020 мм диаметра. Возможности механизации*

На данном оборудовании выполняется резка заготовок различной конфигурации: круглые стержни (∅ макс. = 700 мм), квадратные стержни (1 макс. = = 400 мм), другие прокатные или протянутые профили эквивалентного сечения. По сравнению с другими технологиями по резке, материальные потери очень пониженые потаму что тольщина режущего диска только 20 мм, что очень выгодно при резке заготовок большого сечения.

Construcţia de maşini, 39 (1987), н. 6, 2 табл.

ДК : 621.738.74

Доряну, Е., Мэлэеску, Д.: *Манипуляторы для прокатных станов предварительной ковки*

В статье описаны конструкция, работа и возможности эксплуатации манипуляторов для прокатных станов предварительной ковки ∅ 100 и 75 мм. Узлы манипулятора образуют установку, работающую в автоматическом режиме или с ручным приводом и обеспечивающию выполненые ряда операций от подачи заготовок к прокатнаму стану до их выхода из стана. Манипулятор спроектирован И.К.С.И.Т.П.С.Ч.М., филиал Клуж-Напока и был изготовлен самовооружением в И.А. Питешти, где находится в фазах испытаний и регулировок.

Construcţia de maşini, 39 (1987), н. 6, 1 рис.

ДК : 621.365.2

Форже, А., Манеа, Д., Форже, Иулия, Вулку, В., Влад, М., Морариу, Мария, Влад, Дойна, Кырстеа, Т.: *Критерии оптимизации расхода электроэнергии при выработке стали в электрических печах, для машиностроения*

В работе представлен сравнительный анализ расходов энергии в сталеплавильном цехе, оборудованном дуговыми электрическими печами (1,1—1,9 т), для выработки стали необходимой для литья небольших изделий, и в сталеплавильном цехе, оснащенном печами большой производительности (10—50 т). На базе таких величин как: удельная энергия, характеризующая процесс выработки, производительность труда, мощность, потребляемая в процессе выработки, определяется глобальная эффективность процесса выработки стали для обоих упомянутых сталелитейных цехов. Констатируется, что глобальная эффективность процесса выработки стали возрастает одновременно со снижением «энерговремени», — величины, представляющей собой произведение израсходованной энергии и времени, необходимого для выработки стали. Увеличение доли энергии ведет к сокращению времени плавки и, следовательно, в сокращению удельного расхода энергии; для снижения «энерговремени» необходима, следовательно, оптимизация технико-экономических параметром процесса.

Construcţia de maşini, 39 (1987), н. 6, 10 рис., 1 таб., 5 лит.

ДК : 338.062.214 : 621.974

Конеску, И., Неделку, Ш., Пуюц, Х.: *Модернизация штамповочного паровоздушного молота двойного действия*

Модернизация состоит в замене пневматической системы привода другой электрогидравлической системой перивода с повторным использованием тяжёлых частей оборудования (стоек, шаботов и т.п.). Энергетический баланс, составленный фирмой «ЛАСКО» продемонстрирует что необходимая энергия для привода пневматического молота обеспечивает работу четырех молотов с электрогидравлическим приводом и с такими же размерами и мощностью.

Construcţia de maşini, 39 (1987), н. 6, 10 рис., 3 библиогр.

CZ : 621.733.74

Roboți și manipulatoare de forjă

Ing. Leopold **LUPUȘANSCHI**, ing. Corneliu **CRISTESCU**, ing. Dan **STRUJAC** — I.C.S.I.T.P.S.C.M. București

Dezvoltarea impetuoasă a economiei românești, ritmurile înalte de dezvoltare ale industriei constructoare de mașini au făcut ca activitățile în domeniul deformărilor plastice să crească în mod corespunzător, determinînd o creștere corespunzătoare a capacităților de producție din secțiile de forjă.

Creșterea continuă a necesarului de piese forjate a impus exploatare intensivă a mașinilor și utilajelor existente în secțiile de forjă, în sensul mecanizării manevrării pieselor calde în timpul procesului de forjare.

De aceea, sarcina de bază a cercetării și proiectării în acest domeniu o constituie modernizarea capacităților prin sporirea gradului lor de automatizare și mecanizare, asigurîndu-se creșterea productivității muncii, reducerea consumurilor de energie și materiale, obținerea unor produse de cea mai înaltă calitate și cu performanțe ridicate, îmbunătățirea condițiilor de muncă.

Din această necesitate de creștere a productivității muncii în secțiile de forjă, de eliminare a efortului fizic al lucrătorilor, au apărut manipulatoarele de forjare.

La început, s-au dezvoltat manipulatoarele de forjare pe roți, dar, pe măsura creșterii sarcinilor de lucru (roțile pe bandaje de cauciuc limitînd încărcările maxime), s-a trecut la proiectarea manipulatoarelor de forjare pe șine, la care sarcinile de lucru au crescut considerabil.

Destinate utilajelor de deformare plastică (ciocan sau presă), manipulatoarele aveau, inițial, pupitrele de comandă amplasate pe ele.

Ulterior, pe măsura modernizării și automatizării preselor, comenzile manipulatoarelor au fost transferate pe pupitrul presei, ambele utilaje fiind comandate de un singur operator.

Dar, manipulatorul de forjare pe șine, datorită posibilităților de programare și automatizare a anumitor mișcări pe un echipament de comandă comun al sistemului de integrare „presă-manipulator", trece deja în domeniul roboților industriali.

Mișcările manipulatorului de forjare pe șine se fac în funcție de mișcările traversei presei, existînd o intercondiționare reciprocă între aceste mișcări. Se poate programa deplasarea longitudinală a manipulatorului cu pași preselectați, între 50 și 200 mm, și rotații ale cleștelui în trepte unghiulare, cu unghiuri cuprinse între 22,5° și 180°.

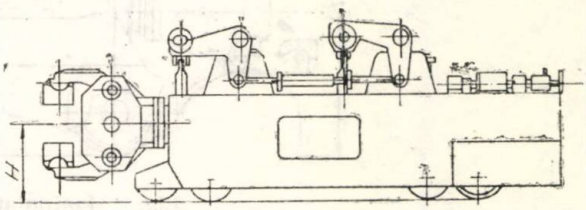


Fig. 1 Manipulatoare de forjare pe șine.

Automatele programabile, care echipează noile manipulatoare de forjare pe șine, au posibilități și mai mari de automatizare a mișcărilor manipulatorului ; prin atașarea unor microprocesoare pe care să fie programate anumite procese tehnologice, cu urmărirea bunei funcționări a instalației, semnalizarea defecțiunilor și abaterilor și afișarea acestora pe un display, se creează premisele trecerii la cibernitizarea proceselor de forjare.

Caracteristici principale ale manipulatoarelor de forjare pe șine

Tabelul 1

Caracteristici tehnice		MANIPULATOARE DE FORJARE PE ȘINE					
		MFS-30	MFS-60	MFS-120	MFS-320	MFS-800	MFS-2150
Sarcina nominală în clește, [kN]		30	60	120	320	800	2150
Momentul în clește, [kNm]		60	120	250	650	1600	4300
Cuplul de rotire al cleștelui, [kNm]		6	16	35	70	160	450
Turația cleștelui, [rot/min]		2÷ 28	2÷ 18	2÷ 15	2÷ 10	1÷7,5	
Viteza de deplasare [mm/sec.]	lentă	25÷500	25÷500	25÷500	25÷330	30÷400	
	rapidă	500÷1000	500÷1000	500÷1000	330÷660		
Înălțimea axului cleștelui față de șină, *H* [mm]	maximă	1300	1350	1600	2000	3000	4400
	maximă	750	750	800	1200	1800	4950
Ecartamentul, [mm]		2300	2600	2900	3500	5000	6900

Pînă în prezent, s-a proiectat și realizat o gamă completă de manipulatoare de forjare pe șine (fig. 1), avînd următoarele sarcini nominale la cleşte : 30 kN; 60 kN; 120 kN; 320 kN; 800 kN; 2150 kN (ultimul în colaborare cu firma DEMAG). Caracteristicile tehnice principale sînt incluse în tabelul 1.

De asemenea, tot în scopul eliminării efortului fizic la ciocanele de forjare și la presele mărimile : 5 kN; 10 kN; 30 kN. Caracteristicile tehnice principale ale acestor manipulatoare sînt redate în tabelul 2.

Prin proiectarea celei de-a II-a generații de manipulatoare de forjare pe roți, s-a urmărit mecanizarea completă a acestora, după o concepție originală, românească, cu un design propriu, în variante normale și climatizate, cu

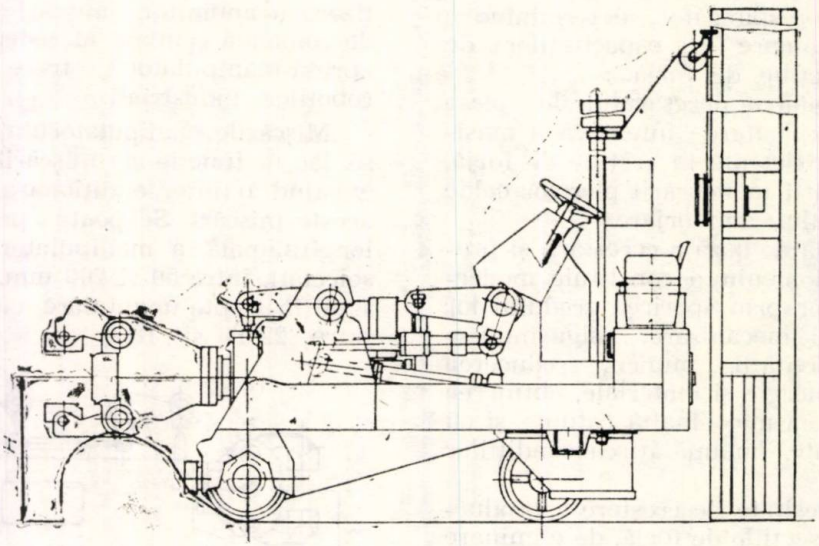


Fig. 2 Manipulatoare de forjare pe roți

mai mici, la mecanizarea operațiunilor de servire a acestora, s-a proiectat și realizat o gamă de trei mărimi de manipulatoare de forjare pe roți cu bandaje de cauciuc. A doua generație de manipulatoare de forjare pe roți cu bandaje de cauciuc, reprezentată în figura 2, cuprinde parametri tehnici competitivi pe plan mondial, care să întrunească toate cerințele pentru export.

S-a urmărit, în mod deosebit, scăderea consumului de metal cu 15—20%, prin reducerea dimensiunilor de gabarit (lungimea cu 10—12%, lățimea cu 20—25%), reducerea consumului de materiale și de energie, economisirea materialelor deficitare (cupru, aluminiu etc.).

De menționat că noua generație de manipulatoare pe roți are o instalație hidraulică mai elastică, cu aparate de distribuție moderne, cu variații continue de debit și, deci, variații continue ale vitezei de deplasare și ale vitezei de rotație a cleștelui, caracteristici deosebit de importante în exploatarea acestor utilaje.

Dotat cu un rezervor de ulei, parțial înglobat în șasiul manipulatorului și prevăzut cu grupuri de pompare imersate în ulei și flanșate pe rezervor, manipulatorul din noua generație are o linie modernă și un design plăcut, original. De asemenea, nu este lipsit de importanță faptul că noua generație de manipulatoare este concepută cu tracțiunea pe ambele roți din față (cele mai încărcate în timpul lucrului), ceea ce sporește aderența roților manipulatorului, deficitară la generația anterioară. Direcția manipu-

Caracteristici tehnice principale ale manipulatoarelor de forjare pe roți

Tabelul 2

Caracteristici tehnice		Manipulator de forjare pe roți		
		MFR-5	MFR-10	MFR-30
Sarcina nominală în cleşte [kN]		5	10	30
Momentul în cleşte, [kNm]		10	20	60
Cuplul de rotire al cleştelui, [kNm]		1,80	3,0	6,5
Tuarația cleștelui [m/min]		3÷40	2,5÷30	2÷40
Viteza de deplasare, [m/min]		8÷80	8÷80	8÷80
Înălțimea axului cleştelui față de sol H, [mm]	max.	1000	1100	1250
	min	600	650	750

latorului pe roți este este realizată pe puntea din spate cu două roți, prin intermediul unui pivot cu pinion și o cremalieră acționată de cilindri hidraulici comandați de orbitrolul montat pe axul volanului.

Eliminarea roților motoare de pe puntea din spate, care realizează acum numai direcția manipulatorului, aduce o serie de simplificări tehnologice, dispărînd și furtunele de alimentare a motoarelor hidraulice, care generau multe probleme la manipulatoarele vechi.

Activitatea de modernizare-automatizare a secțiilor de forjă din țara noastră este în deplină desfășurare. În această uriașă desfășurare

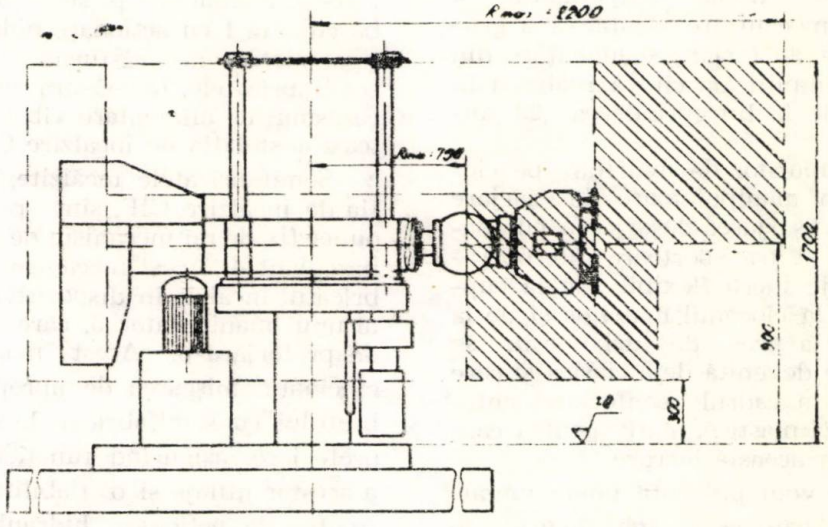


Fig. 3 Robot industrial pentru forjare RIF-80.

de forțe, un rol însemnat îl are folosirea masivă a manipulatoarelor de forjare, a diverselor mecanizări de manipulare și transport a pieselor calde, a mîinilor mecanice cu acționare hidraulică și pneumatică și chiar a roboților industriali de forjare.

Realizarea secțiilor de forjare cu un pronunțat caracter de mecanizare și automatizare, secții care și-au făcut deja apariția în țara noastră în concepție originală, creează premisele viitorului apropiat, cînd o astfel de secție complet automatizată, cu o producție de sute sau mii de repere pe zi, ar putea fi supervizată doar de 1 sau 2 operatori. În această secție a viitorului apropiat, un rol deosebit îl vor avea, pe lîngă manipulatoare și roboții industriali de forjare.

În acest sens s-a proiectat un robot industrial pentru forjare, RIF-80. Conceput pe principiul sistemelor flexibile, robotul are o construcție modulată, care îi conferă capacitatea de adaptare rapidă la necesitățile stricte ale liniei de forjare în care este încadrat.

Prin demontări simple ale unor module, robotul poate avea un număr mai mare sau mai mic de grade de libertate. Acționat electrohidraulic, RIF-80 (fig. 3) este destinat să lucreze în condițiile grele din forjă, avînd parametrii tehnici comparabili cu cei ai roboților de forjare similari pe plan mondial (tab. 3).

Activitatea de concepție și proiectare în direcția mecanizării-automatizării-robotizării liniilor de forjare, pe baza experienței acumulate pînă în prezent, trebuie intensificată în etapa următoare, în sensul eliminării complete a efortului fizic din secțiile de forjă, pentru ridicarea calității produselor și creșterea considerabilă a productivității muncii.

Robot industrial pentru forjă de 80 daN

Tabelul 3

	Caracteristici tehnice principale :	
1	Sarcina nominală în cleşte (portanța cleștelui)	80 daN
2	Numărul gradelor de libertate	5
3	Precizia de repetabilitate	±2 mm

CZ : 338.062.214 ; 621.975

Mecanizarea grupurilor tehnologice de forjare — matriţare

Ing. Doru **GRIBOVSCHI**, ing. Emil **DORIANU**,
ing. Dan **MĂLĂESCU**, ing. Stelian **POP** — I.C.S.I.T.P.S.C.M. filiala Cluj-Napoca

Introducere

Sarcinile de introducere a elementelor de mecanizare-automatizare-robotizare şi cibernetizare în industrie şi cu prioritate în sectoarele calde au determinat întocmirea, la I.C.S.I.T.P.S.C.M. — filiala Cluj-Napoca, a unor proiecte de mecanizare complexă a grupurilor tehnologice de forjare şi matriţare din care dorim să exemplificăm cîteva realizări în forja de ciocane de la Intreprinderea „23 August" Bucureşti.

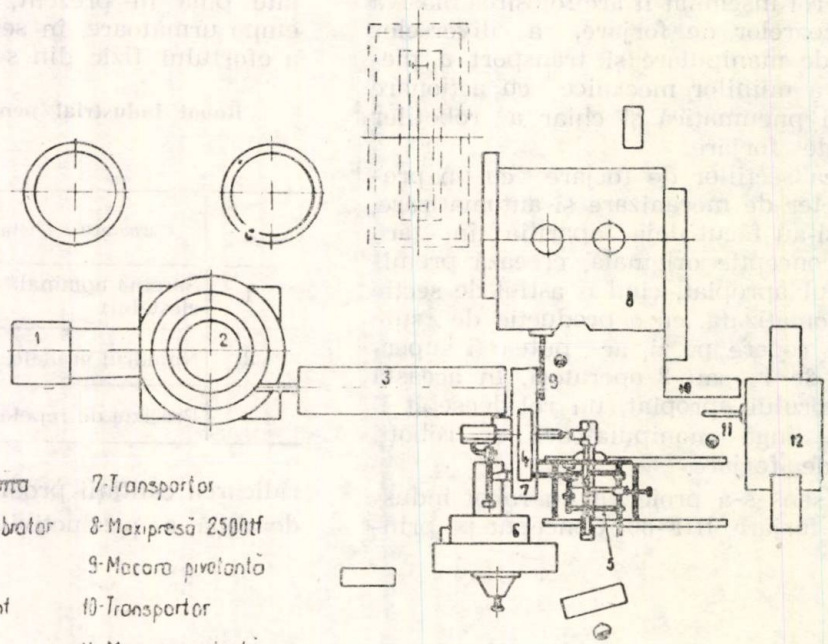
Mecanizare grupurilor de matriţare pe ciocane, constînd din manipulatoare de şarjare suspendate pentru şarjarea-deşarjarea cuptoarelor de încălzire şi transportoare interoperaţionale cu organ de lucru flexibil de la cuptorul de încălzire la ciocanul matriţor şi de la ciocanul matriţor la presa de debavurat, se consideră o soluţie devenită deja clasică şi care a fost prezentată în cadrul conferinţei anterioare de deformări plastice, motiv pentru care nu va fi tratată în această lucrare.

În continuare, vom prezenta unele lucrări de mecanizare a grupurilor tehnologice de matriţare, de cele mai multe ori conduse cibernetic, care prin complexitatea lor se apropie de stadiul de robotizare.

Linie de matriţare biele

Semifabricatele debitate, depozitate în vrac într-un container tip, sînt depuse pe o masă basculantă 1 cu acţionare hidraulică, care printr-o mişcare de răsturnare goleşte eşalonat semifabricatele, în măsura necesităţilor, în mecanismul de alimentare vibrator 2 care alimentează instalaţia de încălzire CIF 3.

Semifabricatele încălzite, ieşite din instalaţia de încălzire CIF, sînt preluate de la un punct fix de un mecanism de alimentare cu braţ basculant 4. Acest mecanism transferă semifabricatul încălzit în dispozitivul de prehensiune al unui manipulator 5, care serveşte laminorul de preforjare 6. Acest manipulator primeşte cinematic mişcarea de apropiere-depărtare a braţului cu semifabricat de la laminorul de preforjare, asigurînd funcţionarea sincronizată a acestor utilaje şi o fiabilitate sporită faţă de soluţia de acţionare hidraulică independentă, comandată cu microîntrerupători electrici.



1-Masă basculantă
2-Alimentator vibrator
3-C.I.F.
4-Braţ basculant
5-Manipulator
6-Laminor
7-Transportor
8-Maxipresă 2500tf
9-Macara pivotantă
10-Transportor
11-Macara pivotantă
12-Presă de debavurat

Fig. 1

Manipulatorul **5** trece succesiv semifabricatul prin toate posturile de lucru ale laminorului de preforjare, apoi îl depune pe transportorul 7 care transferă semifabricatul preforjat la maxipresă de 2500 tf, 8.

Între posturile de lucru ale maxipresei, semifabricatul este transferat cu ajutorul dispozitivului de manevră de tip pivotant **9**, apoi este depus pe transportorul **10** care transferă semfabricatul la presa de debavurat **12**.

Utilajele de mecanizare din această linie sînt concepute pentru o gamă largă de piese lungi, care necesită preforjare pe laminor.

În cazul în care tehnologia nu necesită preforjarea pe laminor, semifabricatul încălzit este preluat de transportorul **7** de la instalația de încălzire CIF, **3** și transferat direct la maxipresă 8.

Prin îndepărtarea manipulatorului **5** pe șinele cu care este prevăzut, se creează spațiul necesar pentru manevrarea manuală a laminorului de preforjare **6**.

Această soluție realizează mecanizarea fără intervenție umană a alimentării, încălzirii preforjării și a transferurilor interoperaționale, operații supravegheate de la un pupitru de comandă.

Linie de matrițare pistoane

Semifabricatele din aliaj de aluminiu, destinate matrițării prin extrudare a pistoanelor de motoare, sînt încălzite într-o instalație CIF **1**. Semifabricatul încălzit este transferat cu un

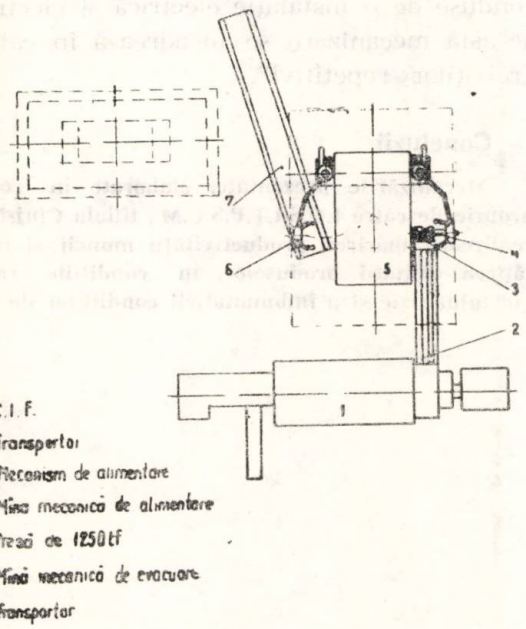


Fig. 2

transport **2** la un mecanism de alimentare **3**, care printr-o mișcare de basculare modifică poziția axei semifabricatului de la orizontală, la verticală și-l introduce între fălcile mîinii mecanice de alimentare **4**. Aceasta transferă semifabricatul, succesiv, în primele două posturi de lucru ale presei oleohidraulice de matrițare, de 1250 tf, **5**. Transferul în ultimul post de lucru al presei și depunerea semifabricatului matrițat pe transportorul **7** sînt efectuate de o mînă mecancă de evacuare **6**.

După fiecare repunere a semifabricatului într-unul din locașurile matriței presei, mîinile mecanice **4** și **6** se retrag în poziție exterioară, pentru a permite coborîrea patinei mobile a presei cu sculele de lucru.

Această soluție realizează mecanizarea tuturor operațiilor utilajelor din linie, fără intervenție umană, funcționarea mecanizărilor fiind integrată cu cea a presei oleohidraulice de matrițare.

Datorită șirului de secvențe de lucru comandate prin succesiune, după un program, și a conducerii integrate (a presei de matrițare și a mîinilor mecanice) cu ajutorul unui automat programabil, aceste utilaje de mecanizare se clasifică în categoria de „roboți cu secvențe fixe".

Linie de matrițare cu ciocan matrițor (fig. 3)

Semifabricatele încălzite în cuptoarele cu cameră dublă **1** se descarcă cu manipulatorul de șarjare pe pneuri **2**, pe transportorul cu lanț **3** care transferă semifabricatul încălzit pe masa de poziționare **4**, de unde este preluat de manipulatorul de forjare I, de 63 daN, **5**, care îl depune în locașul matriței ciocanului matrițor de 6 t, **6** și se retrage în vederea deformării plastice.

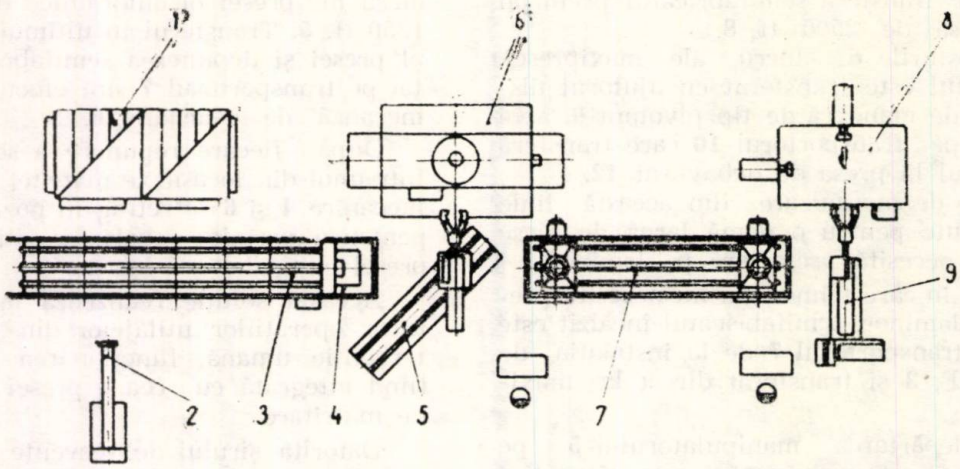
Ciocanul matrițelor telecomandat cu o servocomandă este prevăzut cu extractor-piesă și dispozitiv de suflare și ungere a matrițelor. După terminarea deformării plastice, manipulatorul **5** transferă semifabricatul pe naveta transportorului cu lanț **7**, care îl transportă în dreptul presei de debavurat de 800 tf, 8, de unde este preluat și introdus în stanța de debavurat de către manipulatorul de forjare II, **9**. După debavurare, piesa și bavura sînt eliminate pe jgheaburi spre containere de către împingătoare pneumatice.

Manipulatoarele de forjare I și II, cu 3 grade de libertate plus prehensiune, sînt acționate cu cilindri hidraulici comandați de distribuitoare hidraulice rotative cu muchie vie, acționate la rîndul lor de motoare electrice pas cu pas.

Întreaga linie tehnologică este condusă de o instalație electrică și electronică de comandă și automatizare, care realizează funcționarea

integrată, după o serie de programe prestabilite în funcție de tehnologia de reper a pie-

Datorită posibilității de lucru în regim automat, după un program, a întregii linii,



1 - Cuptor de încălzire
2 - Manipulator de şarjare
3 - Transportor cu lanț
4 - Masă de poziționare
5 - Manipulator de forjare I
6 - Ciocan matrițor
7 - Transportor cu lanț
8 - Presă de debavurat
9 - Manipulator de forjare II

Fig. 3

selor matrițate, a utilajelor tehnologice și a utilajelor de mecanizare, astfel că nu este necesară intervenția umană, de la deșarjarea semifabricatelor încălzite pînă la evacuarea pieselor matrițate.

Linia este supravegheată de la un pupitru de comandă pentru regim automat și două pupitre pentru comanda manuală a tuturor utilajelor în regim de lucru manual și în regim de reglaj.

conduse de o instalație electrică și electronică, această mecanizare se încadrează în categoria „roboților repetitivi".

Concluzii

Mecanizările prezentate, elaborate în concepție proprie de către I.C.S.I.T.P.S.C.M., filiala Cluj-Napoca, realizează mărirea productivității muncii și îmbunătățirea calității produselor, în condițiile reducerii efortului fizic și a îmbunătățirii condițiilor de muncă.

CZ : 621.975

Metoda de calcul complex al batiurilor de prese

Prof. dr. ing. Virgil **MOLDOVAN**, asist. ing. Constantin **ȘARAMET** — Institutul Politehnic Cluj-Napoca
Ing. Adriana **GIURGIU** — Intreprinderea de Construcții Metalica Bocșa 2
Ing. Csaba **SZABÖ** — Intreprinderea Mecanică Mîrșa

Proiectarea complexă a batiurilor preselor mecanice implică, pe lîngă aspectele de rezistență și altele vizînd rigiditatea, reducerea consumului de metal, estetica mașinilor și funcționalitate. Respectarea acestor elemente poate conduce la o proiectare optimală a batiurilor.

Presele utilizate în deformarea plastică a metalelor, au batiul de tip cadru (închis sau deschis) iar proiectarea lor în majoritatea cazurilor este făcută prin utilizarea metodelor clasice, din rezistența materialelor [1], sau, mai recent, metoda cu element finit [2].

Metodele menționate nu vizează optimizarea soluției constructive, în vederea îmbunătățirii rigidității și a reducerii consumului de metal.

În lucrare se prezintă o metodă de calcul complex, urmărind optimizarea formei batiurilor, precum și a secțiunilor transversale ale elementelor componente. luînd în considerare și aspecte de ordin estetic și, bineînțeles, reducerea greutății lor.

Metoda are în vedere unele rezultate obținute pînă în prezent în această direcție [3, 4]. Batiul, în formă de cadru, al preselor (fig. 1) poate fi considerat ca fiind compus din elemente, care sînt grinzi solicitate la încovoiere, torsiune și întindere. Aceleași elemente se comportă diferit la solicitările de încovoiere sau torsiune, în funcție de forma și dimensiunile secțiunii transversale, lucru cunoscut în rezistența materialelor. În cazul solicitării la întindere, rezultă că rigiditatea C, definită prin relațiile (1) și (2), depinde de volumul materialului și mai puțin de forma și dimensiunile secțiunii transversale.

$$C = \frac{F}{\Delta l}, \tag{1}$$

$$C = \frac{E}{V}\left(\frac{E}{\sigma}\right)^2 \text{ [kN/mm]}, \tag{2}$$

unde :

F — forța care solicită elementul la solicitarea de întindere, [kN] ;

E — modulul de elasticitate longitudinal al materialului, [kN/mm^2] ;

V — volumul elementului de batiu, [mm^3] ;

σ — tensiunea de întindere pe direcția forței, [kN/mm^2] ;

σl — alungirea elementului pe direcția forței F, [mm].

În cazurile cînd avem solicitare la întindere sau solicitări compuse (întindere cu încovoiere, întindere cu torsiune) nu putem aborda problema unei reduceri a consumului de metal, deoarece se modifică valoarea volumului elementului.

Pentru aceste cazuri, s-au întocmit diagrame de variație a momentului de inerție, funcție de parametrii α, β, d, pentru diferite secțiuni transversale analizate, păstrîndu-se constantă valoarea ariei secțiunii (fig. 2 a și 2 b).

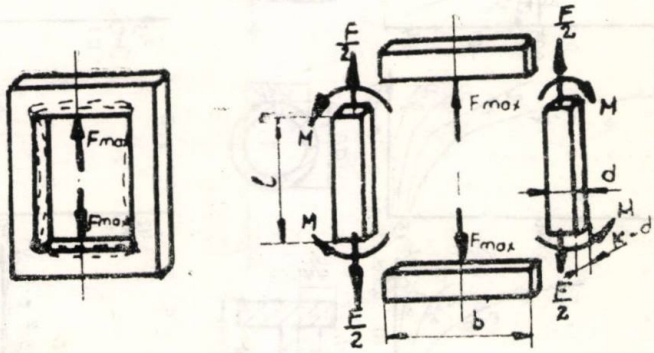


Fig. 1

Relațiile de calcul sînt de forma :

$$I = f\ (\alpha,\ \beta,\ d) \text{ pentru } A = \text{ct.} \tag{3}$$

unde : β — reprezintă coeficientul estetic;

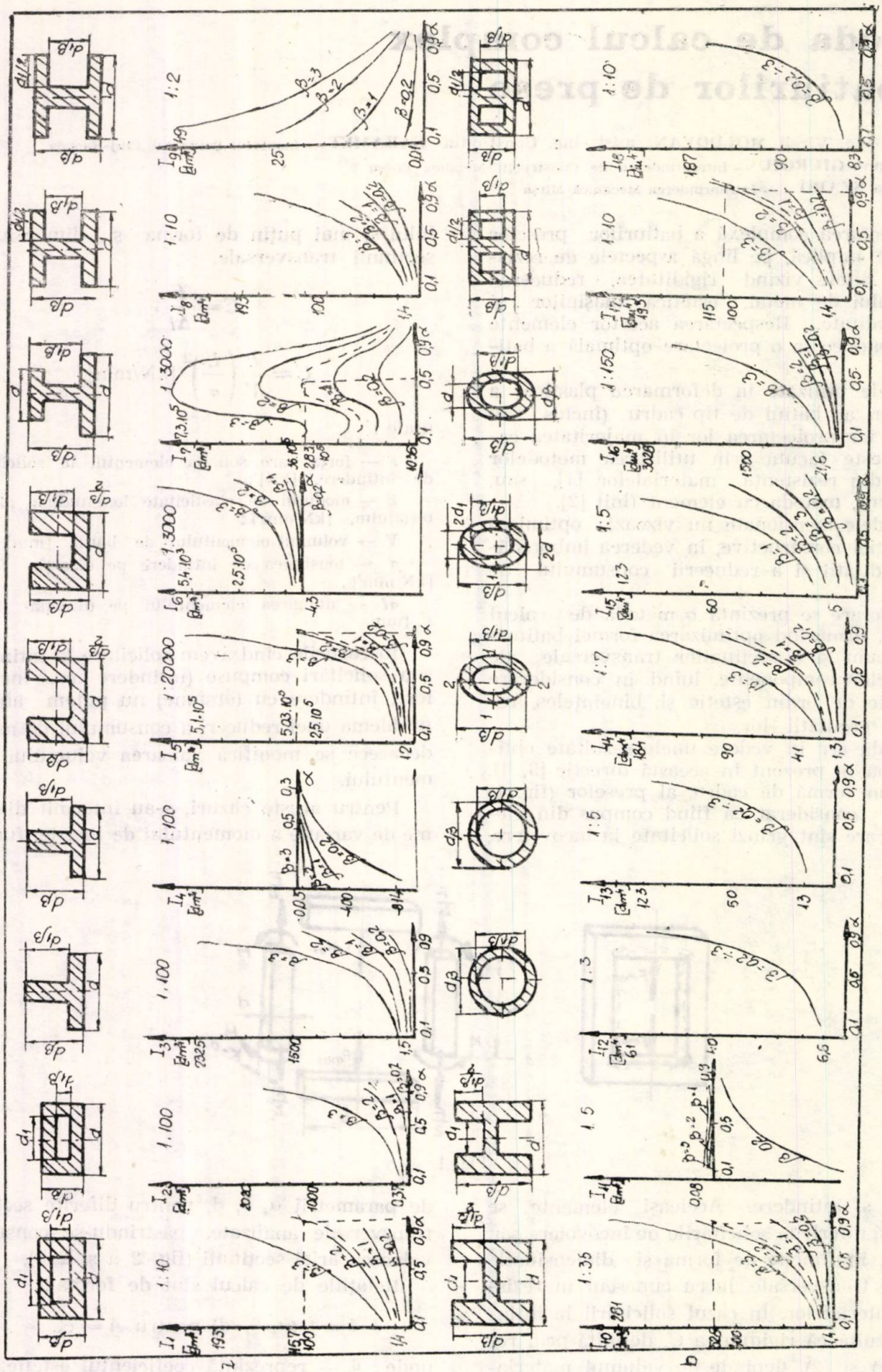


Fig. 2

$$I_1 = \frac{\beta A^2(1+\alpha^2)}{12(1-\alpha^2)}$$

$$I_2 = \frac{A\beta}{(1-\alpha^2)} \cdot \frac{1}{10}$$

$$I_3 = \frac{A^2(-\alpha^4+3\alpha^3-3\alpha^2+1)}{12\beta(1-\alpha)^2}$$

$$I_4 = \frac{A^2(1-\alpha)^2}{3\beta^2(1+\alpha)^2}\left[\frac{\alpha\beta}{1-\alpha} + \beta^3 - 0{,}63(1+\beta^4)\right]$$

$$I_5 = \frac{A^2\beta(1+\alpha^2)}{12(1-\alpha^2)}$$

$$I_6 = \frac{A^2(1-\alpha)^2}{48\beta^2(1+\alpha)^2}\left[3(4\beta-1{,}26)+48\left(\frac{1}{\beta(1-\alpha)}-0{,}63\right)\beta^4\right]$$

$$I_7 = \frac{A^2\beta S(\alpha,\beta)}{\alpha^2(1-2\alpha)^2}$$

$$I_8 = \frac{A^2(-\alpha^4+3\alpha^2-3\alpha^2+1)}{12\beta^2(1-\alpha^2)^2}$$

$$I_9 = \frac{A^2\beta^2(1-\alpha)(4{,}11+1{,}89\alpha)}{48(1+\alpha)^2}$$

$$I_{10} = \frac{A^2(1+\alpha^2)}{12\beta(1-\alpha^2)}$$

$$I_{11} = \frac{A^2(1-\alpha)(4\alpha\beta^2+1)}{12\beta(1+\alpha)^2}$$

$$I_{12} = \frac{A^2(1+\alpha^2)}{4\pi(1-\alpha^2)}$$

$$I_{13} = \frac{A^2(1+\alpha^2)}{2\pi(1-\alpha^2)}$$

$$I_{14} = \frac{A^2\beta(1+\alpha^2)}{4\pi(1-\alpha^2)}$$

$$I_{15} = \frac{A^2\beta(1+\alpha^2)}{(\beta^2+1)\pi(1-\alpha^2)}$$

$$I_{16} = \frac{A^2(1+\alpha^2)}{4\pi\beta(1-\alpha^2)}$$

$$I_{17} = \frac{A^2\beta(1+\alpha^2)}{12(1-\alpha^2)}$$

$$I_{18} = \frac{A^2(4-\alpha^4)}{40(1-\alpha^2)^2}$$

$$S(\alpha,\beta) = (1-\alpha)^3+3(1-\alpha)\left[E(\alpha,\beta)\cdot 1+\alpha\right]^2+4\alpha^3(1-\alpha)+3\alpha(1-\alpha)+3\alpha(1-\alpha)\left[2-E(\alpha,\beta)\right]^2+$$
$$+\alpha(1-\alpha)^3+3\alpha(1-\alpha)\left[3+\alpha-E(\alpha,\beta)\right]^2$$

$$E(\alpha,\beta) = \frac{\alpha^2(4\beta+1)+\alpha(4\beta+3)+2}{\alpha(1+\beta)+1}$$

Fig. 3

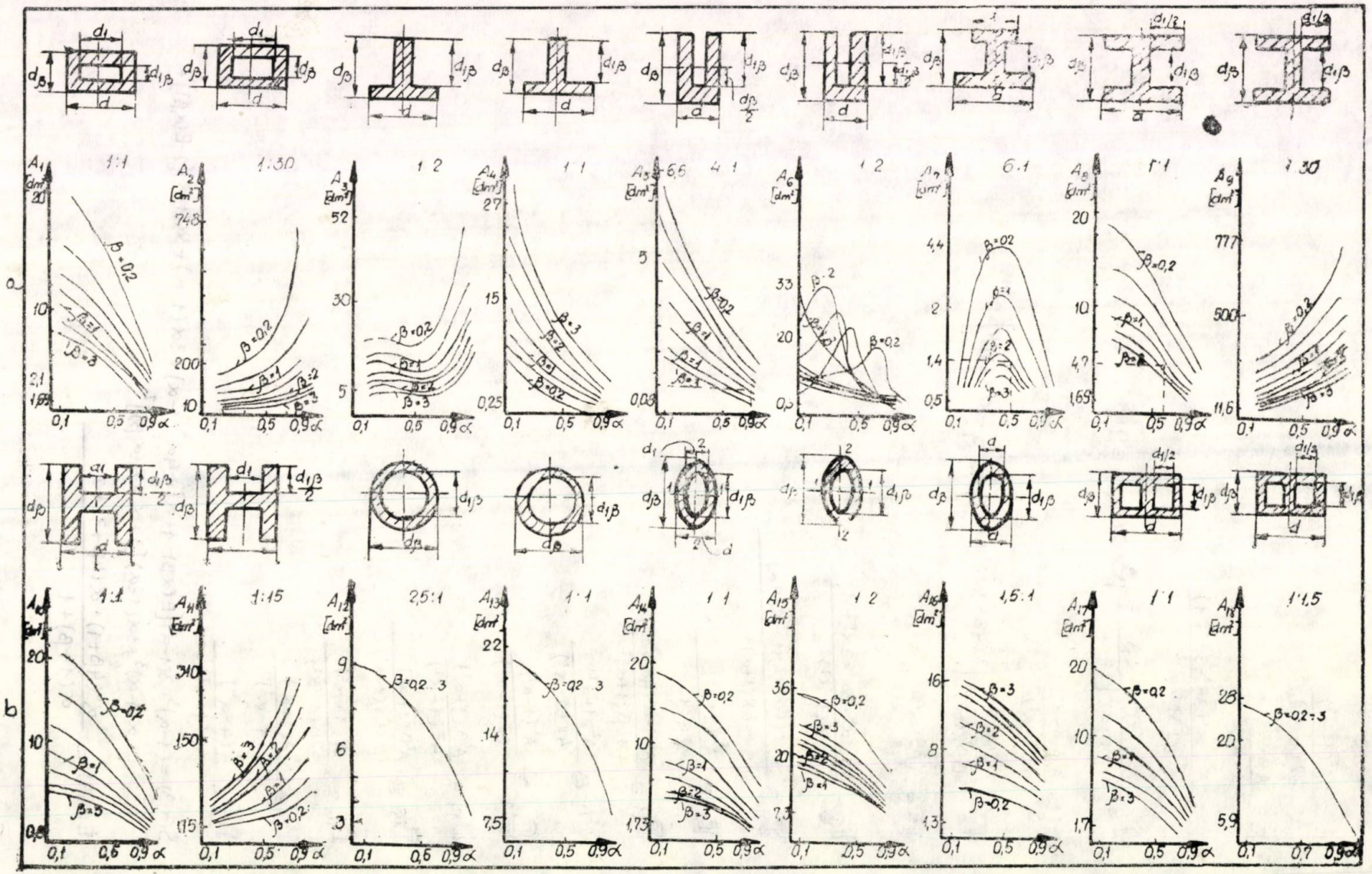


Fig. 4

$$A_1 = \left[\frac{12I}{\beta}\cdot\frac{1-\alpha^2}{1+\alpha^2}\right]^{1/2}$$

$$A_2 = \frac{1}{\beta}(1-\alpha^2)\sqrt{10I_p}$$

$$A_3 = \left[\frac{\beta 12I(1-\alpha)^2}{P_1(\alpha)}\right]^{1/2} \qquad P_1(\alpha) = -\alpha^4+3\alpha^3-3\alpha^2+1$$

$$A_4 = \left[\frac{3I_d\beta^2(1+\alpha)^2}{(1-\alpha)^2\left[\frac{\alpha\beta}{1-\alpha}+\beta^3-0{,}63(1+\beta^4)\right]}\right]^{1/2}$$

$$A_5 = \left[\frac{12I(1-\alpha^2)}{(1+\alpha^2)\beta}\right]^{1/2}$$

$$A_6 = \left[\frac{48I_d\beta^2(1+\alpha)^2}{(1-\alpha)^2\left\{3(4\beta-1{,}26)+48\left[\frac{1}{\beta(1-\alpha)}-0{,}63\right]\beta^4\right\}}\right]^{1/2}$$

$$A_7 = \left[\frac{36I\alpha^2(1-2\alpha)^2}{\beta S(\alpha,\beta)}\right]^{1/2}$$

$$A_8 = \left[\frac{12I\beta(1-\alpha^2)^2}{-\alpha^4+3\alpha^3-3\alpha^2+1}\right]^{1/2}$$

$$A_9 = \left[\frac{1+\alpha}{\beta}\left[\frac{48I_d}{(1-\alpha)(4{,}11+1{,}89\alpha)}\right]\right]^{1/2}$$

$$A_{10} = \left[\frac{12I\beta(1-\alpha^2)}{1+\alpha^2}\right]^{1/2}$$

$$A_{11} = \left[\frac{12I_d\beta(1+\alpha)^2}{(1-\alpha)(4\alpha\beta^2+1)}\right]^{1/2}$$

$$A_{12} = \left[\frac{4\pi I(1-\alpha^2)}{1+\alpha^2}\right]^{1/2}$$

$$A_{13} = \left[\frac{2\pi I_d(1-\alpha^2)}{1+\alpha^2}\right]^{1/2}$$

$$A_{14} = \left[\frac{4\pi I(1-\alpha^2)}{\beta(1+\alpha^2)}\right]^{1/2}$$

$$A_{15} = \left[\frac{\pi I_d(\beta^2+1)(1-\alpha^2)}{\beta(1+\alpha^2)}\right]^{1/2}$$

$$A_{16} = \left[\frac{4\pi\beta(1-\alpha^2)I}{1+\alpha^2}\right]^{1/2}$$

$$A_{17} = \left[\frac{12I(1-\alpha^2)}{\beta(1+\alpha^2)}\right]^{1/2}$$

$$A_{18} = \left[\frac{40I_d(1-\alpha^2)^2}{4-\alpha^4}\right]^{1/2}$$

$$S(\alpha,\beta) = (1-\alpha)^3+3(1-\alpha)\left[E(\alpha,\beta)-1+\alpha\right]^2+4\alpha^3(1-\alpha)+3\alpha(1-\alpha)+3\alpha(1-\alpha)\left[2-E(\alpha,\beta)\right]^2+\alpha(1-\alpha)^3+$$
$$+3\alpha(1-\alpha)\left[3+\alpha-E(\alpha,\beta)\right]^2$$

$$E(\alpha,\beta) = \frac{\alpha^2(4\beta+1)+\alpha(4\beta+3)+2}{\alpha(1+\beta)+1}$$

Fig. 5

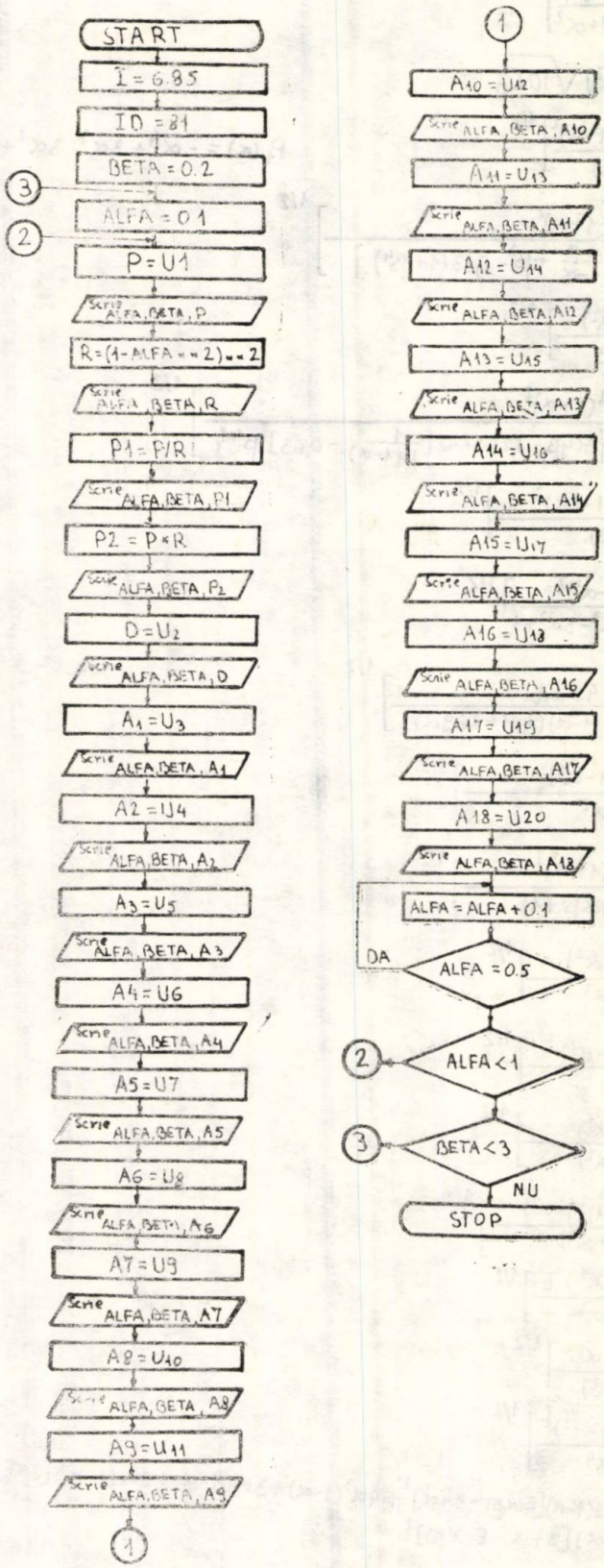

START
I = 6.85
ID = 81
BETA = 0.2
ALFA = 0.1
P = U1
scrie ALFA, BETA, P
R = (1 - ALFA ** 2) ** 2
scrie ALFA, BETA, R
P1 = P/R
scrie ALFA, BETA, P1
P2 = P * R
scrie ALFA, BETA, P2
D = U2
scrie ALFA, BETA, D
A1 = U3
scrie ALFA, BETA, A1
A2 = U4
scrie ALFA, BETA, A2
A3 = U5
scrie ALFA, BETA, A3
A4 = U6
scrie ALFA, BETA, A4
A5 = U7
scrie ALFA, BETA, A5
A6 = U8
scrie ALFA, BETA, A6
A7 = U9
scrie ALFA, BETA, A7
A8 = U10
scrie ALFA, BETA, A8
A9 = U11
scrie ALFA, BETA, A9
A10 = U12
scrie ALFA, BETA, A10
A11 = U13
scrie ALFA, BETA, A11
A12 = U14
scrie ALFA, BETA, A12
A13 = U15
scrie ALFA, BETA, A13
A14 = U16
scrie ALFA, BETA, A14
A15 = U17
scrie ALFA, BETA, A15
A16 = U18
scrie ALFA, BETA, A16
A17 = U19
scrie ALFA, BETA, A17
A18 = U20
scrie ALFA, BETA, A18
ALFA = ALFA + 0.1
DA
ALFA = 0.5
ALFA < 1
BETA < 3
NU
STOP

Fig. 6

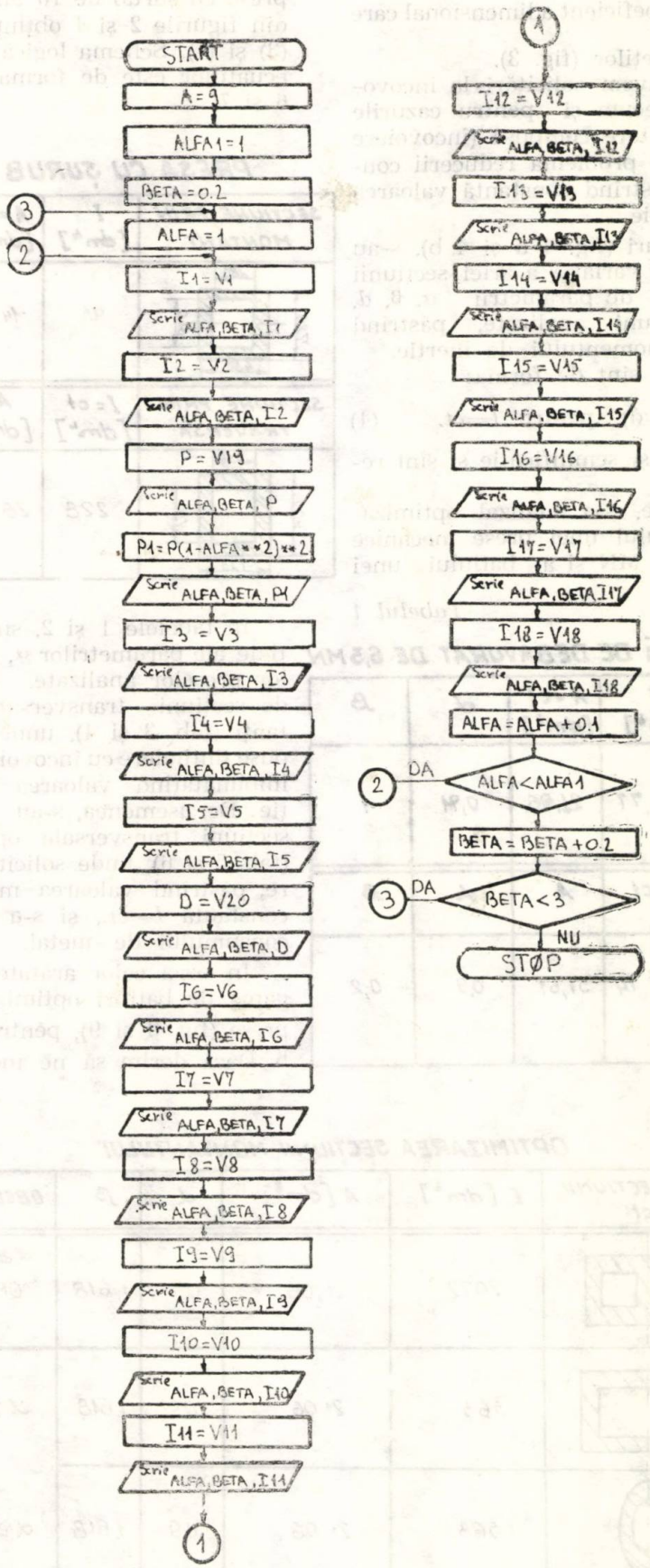

START
A=9
ALFA1=1
BETA=0.2
3
ALFA=1
2
I1=V1
Scrie ALFA,BETA,I1
I2=V2
Scrie ALFA,BETA,I2
P=V19
Scrie ALFA,BETA,P
P1=P(1-ALFA**2)**2
Scrie ALFA,BETA,P1
I3=V3
Scrie ALFA,BETA,I3
I4=V4
Scrie ALFA,BETA,I4
I5=V5
Scrie ALFA,BETA,I5
D=V20
Scrie ALFA,BETA,D
I6=V6
Scrie ALFA,BETA,I6
I7=V7
Scrie ALFA,BETA,I7
I8=V8
Scrie ALFA,BETA,I8
I9=V9
Scrie ALFA,BETA,I9
I10=V10
Scrie ALFA,BETA,I10
I11=V11
Scrie ALFA,BETA,I11
1
1
I12=V12
Scrie ALFA,BETA,I12
I13=V13
Scrie ALFA,BETA,I13
I14=V14
Scrie ALFA,BETA,I14
I15=V15
Scrie ALFA,BETA,I15
I16=V16
Scrie ALFA,BETA,I16
I17=V17
Scrie ALFA,BETA,I17
I18=V18
Scrie ALFA,BETA,I18
ALFA=ALFA+0.1
2
DA
ALFA<ALFA1
BETA=BETA+0.2
3
DA
BETA<3
NU
STOP

Fig. 7

$\alpha = \frac{d_1}{d}$ — coeficient adimensional care implică grosimea pereților (fig. 3).

În cazurile cînd avem solicitări la încovoiere sau torsiune, precum și pentru cazurile în care avem o solicitare compusă (încovoiere cu torsiune), se pune problema reducerii consumului de metal, păstrînd constantă valoarea momentului de inerție.

Pentru aceste cazuri (fig. 4 a și 4 b), s-au întocmit diagrame de variație a ariei secțiunii transversale, funcție de parametrii α, β, d, pentru diferite secțiuni analizate, păstrînd constantă valoarea momentului de inerție.

Relațiile de calcul sînt de forma:

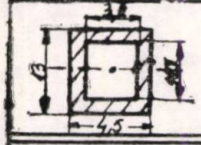
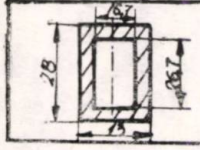
$$A = f(\alpha, \beta, d), \text{ pentru } I = ct. \quad (4)$$

unde α și β, au aceeași semnificație și sînt redate în figura 5.

Spre exemplificare, s-a analizat optimizarea construcției batiului unei prese mecanice de debavurat de 6,3 MN și a batiului unei prese cu șurub de 10 MN, utilizînd diagramele din figurile 2 și 4 obținute pe baza ecuațiilor (3) și (4). Schema logică utilizată la rezolvarea ecuațiilor este de forma prezentată în figurile 6 și 7.

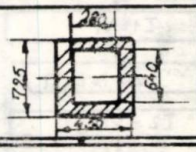
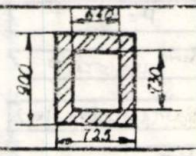
Tabelul 1

PRESĂ MECANICĂ DE DEBAVURAT DE 6,3 MN

SECȚIUNE PRIN MONTANT	I [dm⁴]	$A = ct$ [dm²]	α	β
	396,77	21,96	0,91	1
SECȚIUNE PRIN TRAVERSĂ	$I = ct$	A	α	β
	1562,74	51,61	0,9	0,2

Tabelul 2

PRESA CU ȘURUB DE 10 MN

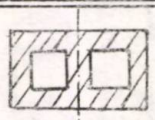
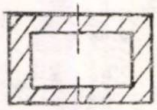
SECȚIUNE PRIN MONTANT	I [dm⁴]	$A = ct$ [dm²]	α	β
	95	14,64	0,8	-
SECȚIUNE PRIN TRAVERSĂ	$I = ct$ [dm⁴]	A [dm²]	α	β
	228	28,88	0,8	-

În tabelele 1 și 2, sînt arătate valorile inițiale ale parametrilor α, β, d, A și I, ai batiurilor preselor analizate. S-au analizat variante de secțiuni transversale optime pentru montanți (tab. 3 și 4), unde, avînd solicitări compuse (întindere cu încovoiere) s-a păstrat $A = ct.$ îmbunătățind valoarea momentului de inerție. De asemenea, s-au studiat variante de secțiuni transversale optime pentru traverse (tab. 5 și 6), unde solicitările sînt de încovoiere, păstrînd valoarea momentului de inerție constantă $I = ct.$, și s-a recurs la reducerea consumului de metal.

În baza celor arătate, s-a construit noua gamă de batiuri optimizate, pentru cele două prese (fig. 8 și 9), pentru diferite valori a lui β. Dacă dorim să ne încadrăm în domeniul

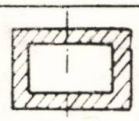
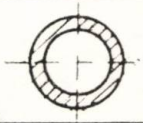
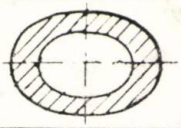
Tabelul 3

OPTIMIZAREA SECȚIUNII MONTANTULUI

FORMA SECȚIUNII $A = ct$	I [dm⁴]	A [dm²]	α	β	OBSERVAȚII
	2072	21,06	0,4	1,618	$\alpha \geq 0,6$ OPTIM
	563	21,06	0,5	1,618	$\alpha \geq 0,6$
	563	21,06	0,9	1,618	$\alpha \geq 0,6$

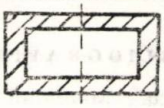
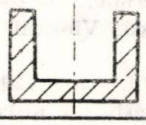
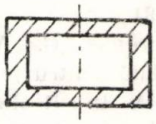
Tabelul 4

OPTIMIZAREA SECȚIUNII MONTANTULUI

FORMA SECȚIUNII A = ct	I [dm⁴]	A [dm²]	α	β	OBSERVAȚII
	1520	14,64	0,9	1,618	α ≥ 0,6 OPTIM
	325.1	14,64	0,9	1,618	α ≥ 0,6
	1000	14,64	0,9	1,618	

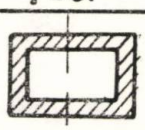
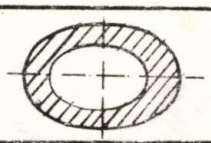
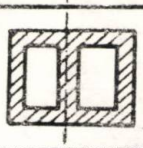
Tabelul 5

OPTIMIZAREA SECȚIUNII TRAVERSEI

FORMA SECȚIUNII I = ct	I [dm⁴]	A [dm²]	α	β	OBSERVAȚII
	1562,74	50,7	0,8	1,618	α ≥ 0,6
	1562,74	35	0,9	1,618	α ≥ 0,6 OPTIM
	1562,74	35	0,9	1,618	α ≥ 0,6

Tabelul 6

OPTIMIZAREA SECȚIUNII TRAVERSEI

FORMA SECȚIUNII I = ct	I [dm⁴]	A [dm²]	α	β	OBSERVAȚII
	228	10,95	0,9	1,618	α ≥ 0,6 OPTIM
	228	17,14	0,9	1,618	α ≥ 0,6
	228	16,80	0,9	1,618	

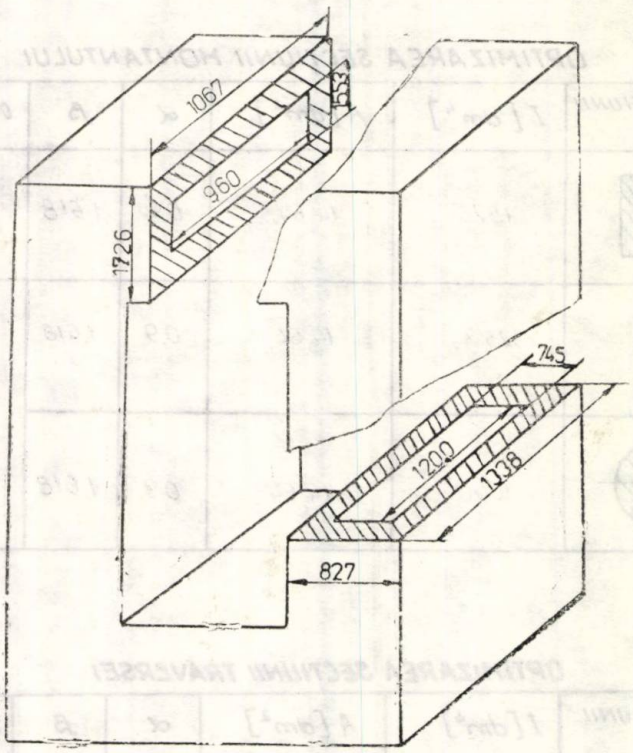


Fig. 8

formelor cu proporţii estetice, se alege valoarea coeficientului estetic ß după acest criteriu. S-a ales pentru ß valoarea numărului secţiunii de aur.

Metoda prezentată dă posibilitatea optimizării construcţiilor de batiuri şi, totodată, a stabilirii formei estetice dorite corelate cu condiţiile de funcţionalitate şi rezistenţă. Ea nu înlocuieşte metodele de calcul clasice [1], sau pe moderne [2], dar le completează alegîndu-se soluţii optime. Poate fi aplicată şi cadrelor solicitate, grinzilor, etc., nu numai batiurilor de prese.

Utilizarea schemelor logice de rezolvare a ecuaţiilor arătate permite aplicarea metodei de optimizare şi în alte cazuri, în care avem alte valori pentru *A* **şi** *I*.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Buzdugan, Gh. ş.a.:* Manualul inginerului mecanic. Vol. 1 Materiale. Rezistenţa materialelor. Stabilitate elastică. Vibraţii. Bucureşti, Editura tehnică, 1973.

[2] *Constantinescu, N.I. ş.a.:* Calcule de rezistenţa structurilor de maşini şi utilaje. Bucureşti, Editura tehnică, 1984.

[3] *Moldovan, V., Şaramet, C.:* Variantă de batiu în construcţie sudată pentru presa de calibrat cu genunchi de 10 MN. In : Realizări şi orientări în fabricarea utilajelor termoenergetice, metalurgice şi de deformări plastice. Cluj-Napoca, 1983.

[4] *Şaramet, C., Moldovan, V.:* Designul în proiectarea maşinilor de deformat plastic. In : „Construcţia de maşini", Bucureşti, nr. 4/1983.

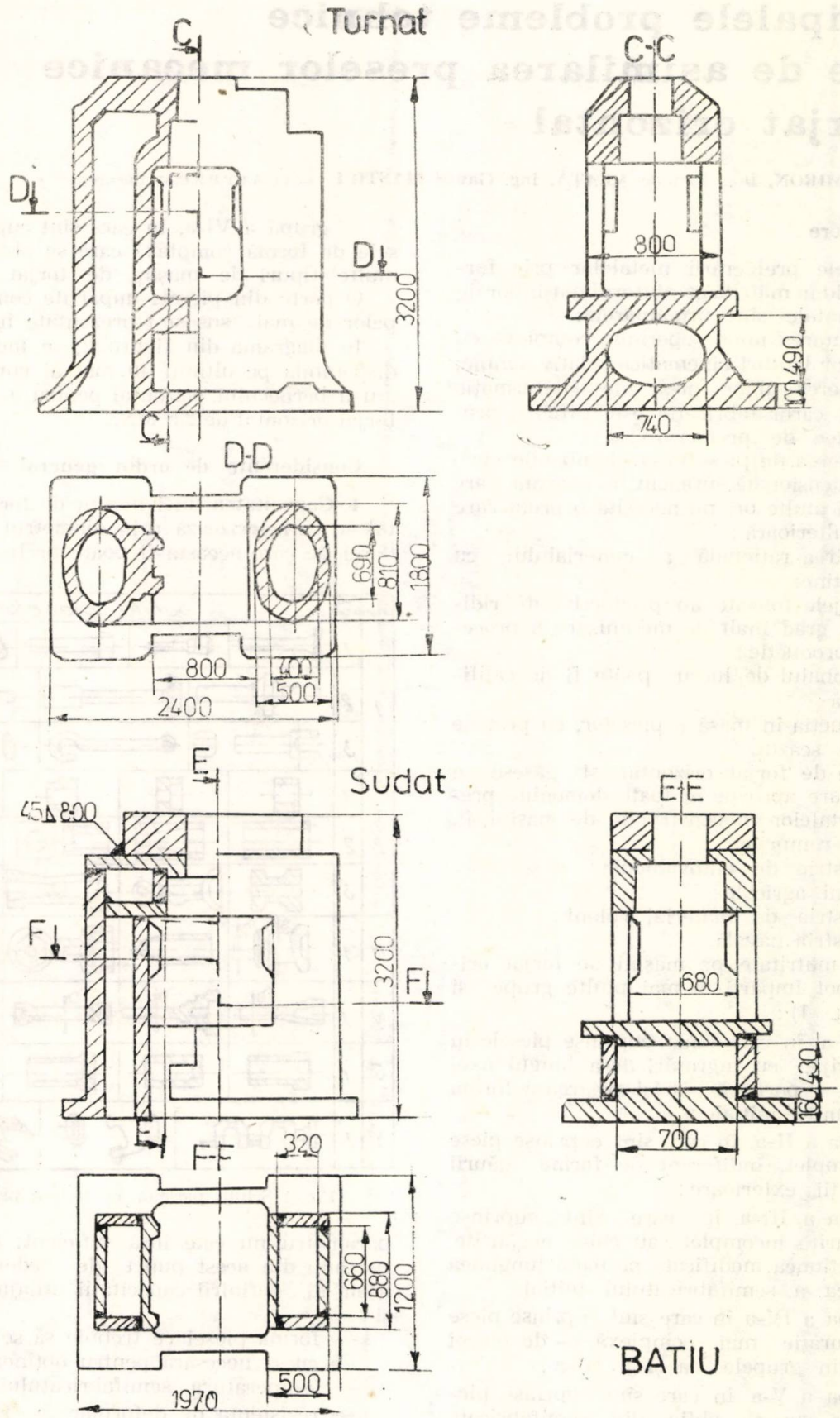

Turnat
C
D
D
3200
C
C-C
800
490
740
D-D
690
810
1800
800
400
500
2400
E
Sudat
45Δ800
F
3200
F
E
E-E
680
430
160
700
F-F
320
660
880
1200
500
1970
BATIU

Fig. 9

CZ : 621.675

Principalele probleme tehnice legate de asimilarea preselor mecanice de forjat orizontal

Ing. Teodor **MIRON**, ing. Niculae **NEAȚĂ**, ing. Gavril **MASTICI** — I.C.S.I.T.P.S.C.M. București

Introducere

Avantajele prelucrării metalelor prin forjare la cald în matriță cu ajutorul mașinilor de forjat orizontale sînt următoarele:

— executarea unor operații complexe cu ajutorul unor lanțuri cinematice relativ simple;

— obținerea unor piese de conformație complexă a căror fabricație este dificilă, prin alte procedee de prelucrare ;

— obținerea de piese interschimbabile cu o precizie dimensională suficient de ridicată, care de cele mai multe ori nu necesită o prelucrare mecanică ulterioară ;

— folosirea rațională a materialului, cu deșeuri puține;

— utilajele folosite au productivitate ridicată, cu un grad înalt de mecanizare a procesului de producție ;

— personalul de lucru poate fi de calificare redusă ;

— producția în masă a pieselor, cu preț de cost foarte scăzut.

Mașinile de forjat orizontal își găsesc o largă utilizare aproape în toate domeniile prelucrării metalelor în construcția de mașini, în special în ramurile :

— industria de autovehicule ;

— mașini agricole ;

— industria de material rulant ;

— industria navală.

Piesele matrițate pe mașini de forjat orizontal se pot împărți în mai multe grupe și anume (fig. 1) :

grupa I-a, în care sînt cuprinse piesele în formă de tijă, cu îngroșări de-a lungul axei care — pe o porțiune — își păstrează forma și dimensiunile inițiale ;

— grupa a II-a, în care sînt cuprinse piese găurite complet, indiferent de forma găurii sau a părții exterioare ;

— grupa a III-a, în care sînt cuprinse piesele găurite incomplet sau chiar negăurite, însă cu secțiunea modificată pe toată lungimea față de cea a semifabricatului inițial ;

— grupa a IV-a în care sînt cuprinse piese de configurație mai complexă — de obicei compuse din grupele I-a și a III-a ;

— grupa a V-a, în care sînt cuprinse piesele găurite care se obțin din semifabricate tubulare;

— grupa a VI-a, în care sînt cuprinse piesele de formă complexă care se obțin pe mai multe tipuri de mașini de forjat.

O parte din piesele împărțite conform grupelor de mai sus sînt prezentate în figura 1.

În diagrama din figura 2, se indică forța disponibilă pe ultimii 40 mm ai cursei de lucru a berbecului orizontal pentru o mașină de forjat orizontal de 2,5 MN.

Considerente de ordin general

1. Capacitatea unei mașini de forjat orizontal se caracterizează prin diametrul maxim al barei pe care aceasta îl poate prelucra. Acest

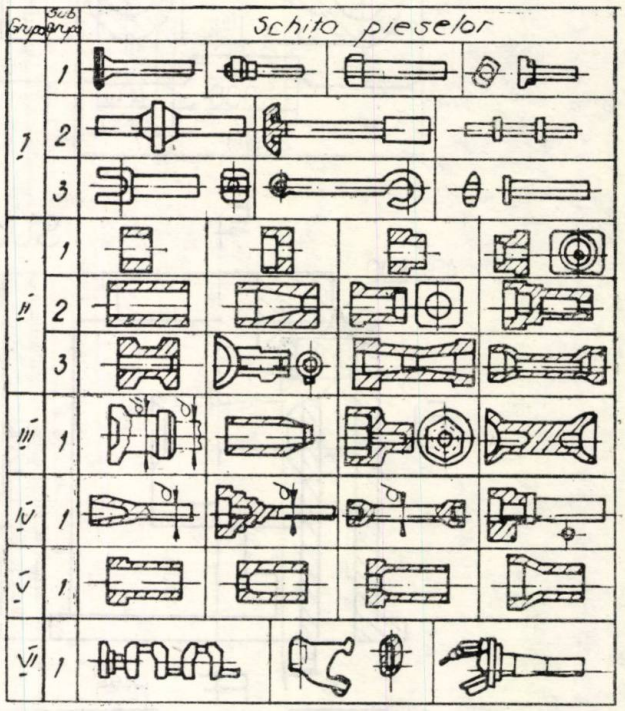


Fig. 1 Schița pieselor ce se pot prelucra.

parametru nu este însă suficient; factori importanți din acest punct de vedere — adică acela al definirii capacității utilajului — sînt și :

— forma piesei ce trebuie să se obțină;

— cursa necesară pentru obținerea piesei;

— temperatura semifabricatului;

— rezistența de deformare a materialului semifabricatului.

Cu ajutorul diagramei prezentate în figura 3, se poate determina forța de refulare necesară, funcție de suprafața maximă proiectată pe direcția de refulare și de rezistența la ru-

pere, cele două scale ale diagramei avînd următoarea semnificație :

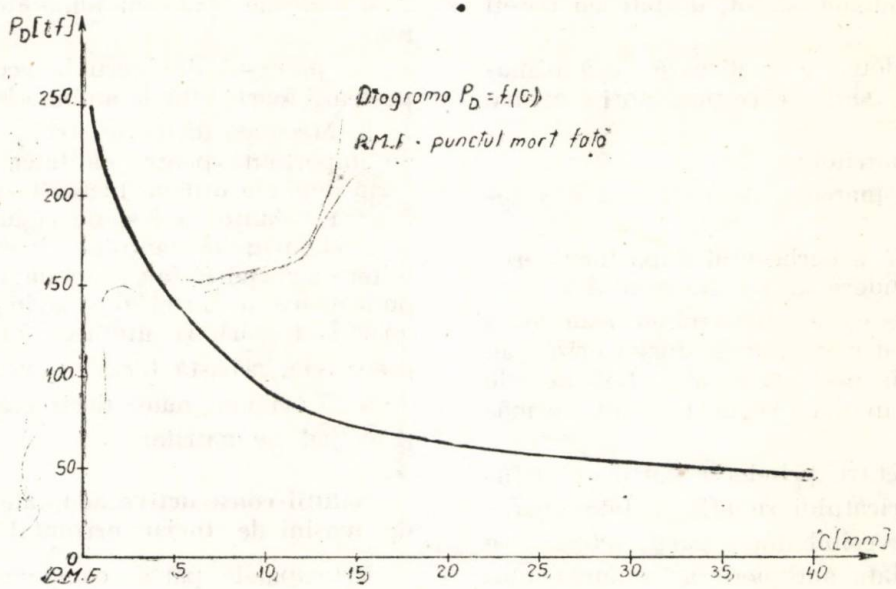


Fig. 2 Diagrama de încărcare a utilajului.

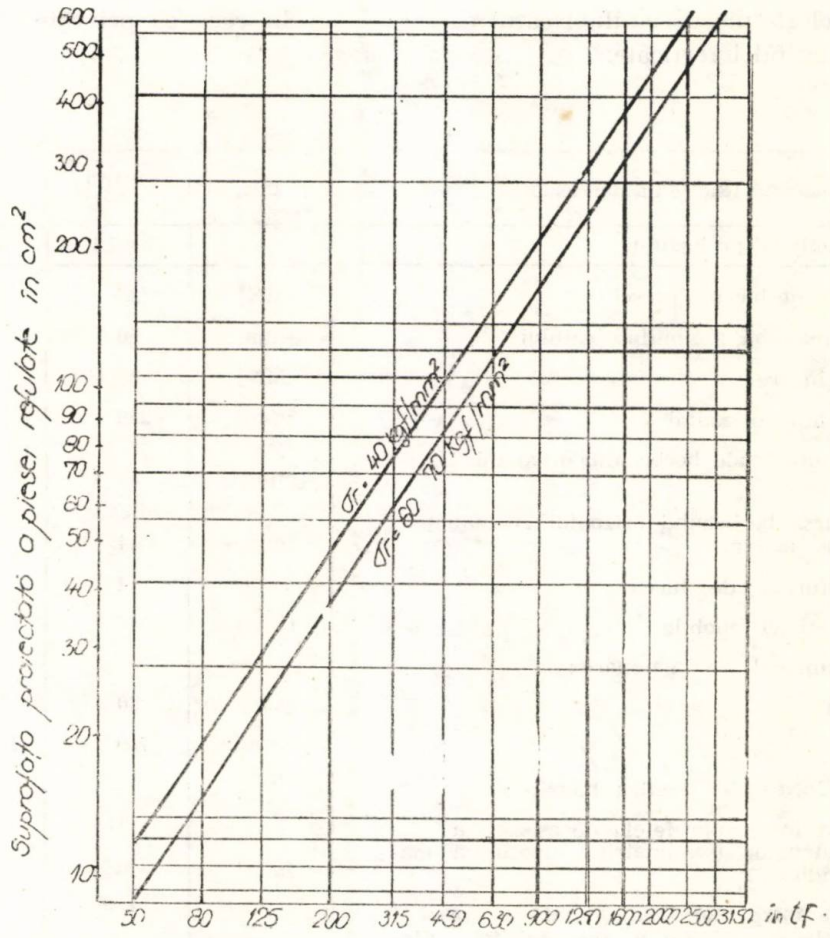


Fig. 3 Diagrama de alegere a forței în funcție de caracteristicile materialului.

scala 1 : piese simple, cu muchii rotunjite și pereți groși (valțuri, roți dințate etc) ;

scala 2 : piese complexe cu muchii ascuțite și pereți subțiri (tamburi de frînă, butuci de roți, flanșe, pinioane și roți dințate cu pereți subțiri etc.).

În etapa a doua se analizează dacă următorii parametri sînt corespunzători pentru execuția piesei :

— lățimea matriței ;

— lungimea matriței, respectiv a poansonului ;

— cursa utilă a berbecului după închiderea fălcilor de prindere a semifabricatului.

2. Avantajele ce au determinat asimilarea în țara noastră a mașinilor de forjat orizontal, cu deschiderea în plan orizontal — față de cele cu deschiderea în plan vertical, sînt următoarele :

— locașul pentru prinderea părții de strîngere a semifabricatului se află în fața operatorului, fiind accesibil din 3 părți; sculele se găsesc în imediata apropiere a muncitorului care poate supraveghea ușor introducerea semifabricatului, nefiind nevoie de introducerea atît de adîncă a cleștelui cu semifabricatul ca în cazul mașinilor cu fălci verticale;

— transferul semifabricatului de la o operație la alta necesită ridicarea acestuia doar la o înălțime egală cu jumătate din diametrul lui ;

— procesul de lucru la aceste mașini se pretează foarte bine la automatizare.

3. Mărimea forței de strîngere este deosebit de importantă pentru calitatea piesei ; această forță depinde atît de lucrul mecanic ce-l poate realiza volantul, cît și de rigiditatea batiului și a elementelor lanțului cinematic de transmitere a forței la falca mobilă; o valoare corespunzătoare a forței de strîngere împiedică apariția bavurii și alterarea formei geometrice a acesteia; această forță — este în general — de 1,25 ori mai mare decît cea a berbecului principal de matrițare.

Soluții constructive adaptate pentru familia de mașini de forjat orizontal

Principalele părți componente ale unei mașini de forjat orizontal proiectate de către institutul nostru, sînt caracterizate prin (fig. 4):

— În ceea ce privește *sistemul de antrenare :*

Tabelul 1

Caracteristici tehnice tipodimensiuni	U.M.	PMFO 2,5	PMFO 6,3	PMFO 10,0
Simbolul proiectului		5407.1	3818.1	3818.5
Forța nominală de lucru a presei	[MN]	2,5	6,3	10,0
Dimensiunea maximă a semifabricatului	[mm]	50	75	100
Forța de strîngere	[MN]	2,5	8,3	12,5
Cursa berbecului orizontal	[mm]	230	315	385
Numărul de curse ale berbecului orizontal (mers în gol)	[min^{-1}]	80	65	32
Partea din cursa berbecului orizontal cu matrițe închise (cursa activă)	[mm]	44	51	100
Numărul posturilor de lucru		4	4	4
Cursa semimatriței mobile	[mm]	146	180	205
Motorul principal de acționare :				
— puterea	[kW]	20	55	55
— turația	[rot/min]	700	1465	980
Dimensiunile locașurilor pentru matrițe :				
— distanța între suprafețele de așezare a semimatrițelor (semimatrița superioară maxim ridicată)	[mm]	420	520	665
— distanța între axa longitudinală a presei și suprafața de așezare a semimatriței inferioare	[mm]	140	170	230
Lățimea	[mm]	330	460	500
Lungimea	[mm]	505	700	915

a. utilizarea unui motor electric asincron trifazat, cu rotorul bobinat și cutia de rezistențe ce asigură limitarea curentului rotoric la pornire, atunci cînd momentul de inerție al pieselor în mișcare este maxim (de exemplu: pentru MFO-ul de 2,5 MN, GD^2_{volant} = =5276 daNm^2 la 80 rot/min), precum și alunecarea mărită a motorului în timpul funcționării normale (de cca. 30%);

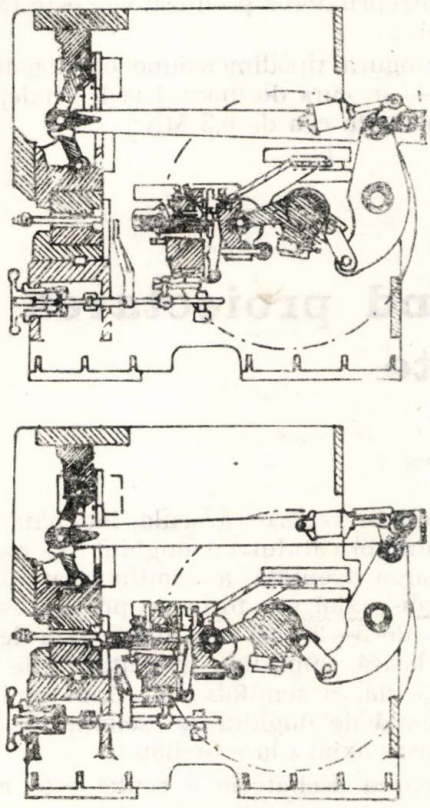


Fig. 4 Schița utilajului.

b. utilizarea unui releu de frînă care are următoarele roluri:

— să admită frînarea în contracurent numai atunci cînd turația este sub 150 rot/min;

— să nu admită schimbarea sensului de rotație a volantului în cazul frînării în contracurent.

— În ceea ce privește *batiul*:

a. este format din batiul superior și batiul inferior fiecare fiind o construcție sudată de rezistență din plăci masive de tip închis;

b. solidarizarea celor două batiuri se realizează cu ajutorul a 4 tiranți pe verticală — ce pretensionează batiul, operație realizată cu ajutorul unui dispozitiv electric pentru tipodimensiunea unică și a unui dispozitiv hidraulic pentru celelalte 2 tipodimensiuni — precum și a unui număr de 8 șuruburi.

— În ceea ce privește *berbecul*:

a. este în construcție turnată — avînd ghidaj suplimentar-spate, ce conferă precizie ridicată la operația de matrițare;

b. a fost creată posibilitatea reglării de finețe a sculelor, atît pe direcția axului de lucru al mașinii, cît și într-un plan perpendicular (pe înălțime).

— În ceea ce privește *cuplajul și frîna*, acestea sînt de tipul cu fricțiune cu discuri multiple, uscate, acționate pneumatic.

— În ceea ce privește *dispozitivul de acționare fălci*:

a. este constituit, în principal, dintr-o bieletă (ce primește mișcare de la berbecul principal de matrițare), o pîrghie oscilantă, un mecanism de siguranță la suprasarcină, o pîrghie longitudinală, un mecanism cu genunchi și un berbec de strîngere;

b. mecanismul de siguranță la suprasarcină este format, în esență, dintr-un corp rigid de formă triunghiulară, fiecare din cele 3 vîrfuri constituind articulații după cum urmează:

— un vîrf: articulat de pîrghia oscilantă;

— un vîrf: articulat cu pîrghia longitudinală;

— un vîrf: fixat la tija unui cilindru pneumatic de suprasarcină a cărui cămașă este fixată articulat de pîrghia longitudinală.

Prin alimentarea cu aer comprimat a cilindrului, se creează un moment de rotație ce asigură stabilitatea legăturii dintre cele două pîrghii.

La apariția unei suprasarcini ia naștere, în corpul de formă triunghiulară, un moment care se traduce prin apariția unei forțe în tija cilindrului mai mare decît cea realizată de cilindru; astfel, se creează posibilitatea unei mișcări relative între cele două pîrghii, astfel încît pîrghia oscilantă își poate termina cursa.

După dispariția suprasarcinii cilindrul pneumatic restabilește poziția relativă a celor două pîrghii prin intermediul a două amortizoare hidraulice; pentru sesizarea suprasarcinii, pe pîrghia de acționare sînt montați doi limitatori electrici, care în mod normal sînt acționați.

— În ceea ce privește *instalația pneumatică*:

a, se remarcă utilizarea blocului de distribuitoare pentru alimentarea cuplajului și al frînei, format diu două distribuitoare avînd alimentările cu aer comprimat legate în serie iar evacuările în paralel; construcția acestui bloc permite, în cazul în care se sesizează neefectuarea cursei unuia dintre sertarele distribuitoarelor componente — terminarea ciclului deja început și interzicerea unui nou ciclu de lucru.

În ceea ce privește *instalația de ungere*:

a. prin utilizarea dozatoarelor progresive s-a asigurat:

— ungerea consecutivă a tuturor punctelor, defectarea unui dozator oprind funcționarea celor din aval ;

— semnalizarea circuitului defect pentru prompta remediere a acestuia ;

— numărarea ciclurilor de ungere și dozarea precisă a cantății de ulei aferentă unui punct de ungere ;

b. preungerea constituie o etapă obligatorie în cazul depășirii unui anumit timp de staționare.

— În ceea ce privește *măsurile constructive de asigurare a protecției muncii :*

a. a fost materializată condiția evitării dublei lovituri în cazul menținerii — de către operator — a apăsării butonului de pornire a ciclului de lucru după terminarea lui ;

b. interzicerea începerii unui nou ciclu de lucru în cazul în care berbecul orizontal nu este oprit în punctul mort spate (între anumite limite).

Stadiul asimilării preselor mecanice de forjat orizontal

a. Intreprinderea producătoare este IMUGDP Dorohoi.

b. Singura tipodimensiune omologată preliminar — în curs de montaj la I. „Independența" Sibiu este cea de 6,3 MN.

CZ : 621.975

Considerații teoretice privind proiectarea mașinilor de forjat oscilante

Dr. ing. T. **CANTA**, dr. ing. Gheorghe **ACHIMAȘ**,
ing. D. **SĂBĂDUȘ**, ing. D. **FRUNZĂ** — Institutul Politehnic Cluj-Napoca

Principiul forjării oscilante (cu orbitale), a fost brevetat în 1910, dar a căpătat o extindere marcantă în ultimii 20 de ani, după apariția unor mașini capabile să realizeze o gamă largă de mișcări necesare realizării unor forme diversificate de semifabricate.

Față de primele mașini de forjat oscilante, la care portscula execută doar o mișcare orbitală, mașinile realizate după 1970, de tipul PXW (R.P. Polonă), V.S.I. Automation, TROY

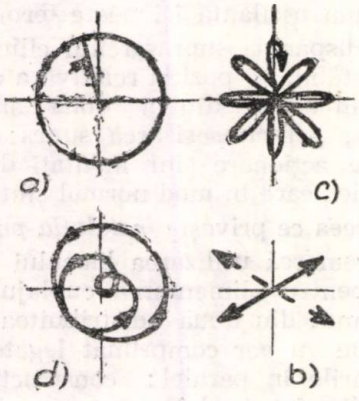


Fig. 1

(S.U.A.), ROTAFORM (Anglia), S 150 Guillemin (Franța) și AGW Wagner (R.F.G.), pot executa mișcări complexe, de tipul celor arătate în figura 1, lucru prin care s-a extins mult domeniul de aplicare a forjării oscilante.

Avînd în vedere că scula, înclinată față de axa semifabricatului cu unghiul γ, realizează deformarea treptată a semifabricatului, forța de avans axial sau forța de presare este mult redusă (de 5—20 ori mai mică) față de matrițarea clasică, suprafața instantanee de contact dintre sculă, și semifabricat fiind mai mică, dependentă de unghiul de oscilație al sculei și de avansul axial s la o oscilație.

Mișcarea oscilatorie a sculei este realizată de către un mecanism cu două excentrice, avînd aceeași excentricitate e și vitezele unghiulare ω_1, ω_2. În funcție de sensul și mărimea relativă a celor două viteze, se pot obține diferite traiectorii ale capătului portsculei, materializat prin articulația sferică G (fig. 2).

Mișcarea axială de avans se realizează hidraulic de către un motor liniar cu dublă acțiune, în care este încorporat extractorul.

Pentru proiectarea mașinilor de forjat oscilant se recomandă următoarele etape :

1. Sinteza și cinematica mecanismului de antrenare a portsculei.

2. Stabilirea momentului și puterii de antrenare a arborelui portsculă oscilantă.

3. Evaluarea forței de avans axial și stabilirea puterii acestuia.

4. Calculul organologic al mașinii.

5. Schema de acționare hidraulică.

În continuare se încearcă rezolvarea principială a acestor etape, în funcție de cerințele tehnologice impuse prin tema de proiectare.

Cinematica mecanismului de antrenare a portsculei se stabilește în funcție de tipul mișcării capătului arborelui portsculă. Pentru cazul schițat în figura 2, cu cele două excentri-

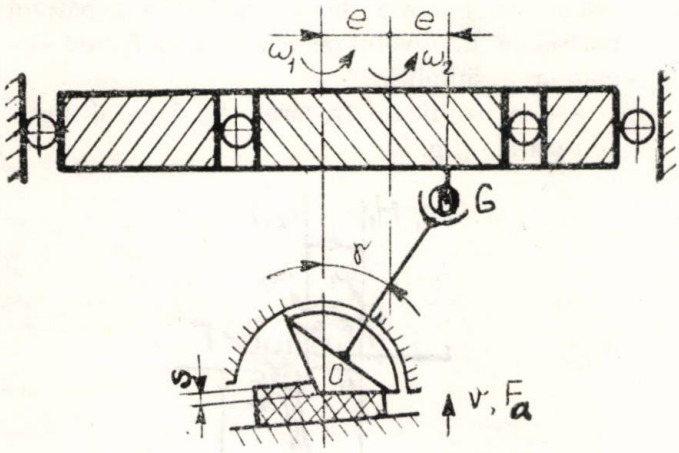


Fig. 2

cități egale, cele două excentrice s-au asimilat cu un mecanism planetar cu roți dințate (fig. 3) pentru care se analizează, pe baza relației lui Willis, traiectoria mișcării descrise de punctul A astfel :

$$\frac{\omega_1 - \omega_s}{\omega_2 - \omega_s} = \frac{Z_2}{Z_1} \qquad (1)$$

unde :

ω_1 și ω_2 reprezintă vitezele unghiulare ale celor două roți dințate ;

ω_s — viteza unghiulară a solarului (excentricul exterior).

Se poate demonstra analitic că, în funcție de raportul $k = \frac{\omega_2 - \omega_s}{\omega_s}$, pot fi obținute următoarele tipuri ale mișcării :

a) *Mișcarea orbitală*, realizată pentru $k = 0$, adică $\omega_2 = \omega_s$, situație în care roata cu dantură inferioară nu se rotește (vezi fig. 4, a).

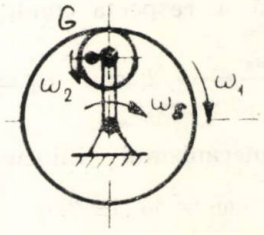


Fig. 3

Ecuațiile parametrice în planul normal pe axa presei, ale traiectoriei centrului articulației G sînt :

$$X = e\,[\cos\varphi_1 + \cos(k_1 \cdot \varphi_1 + \alpha)]$$
$$Y = e\,[\cos\varphi_1 + \cos(k_1 \cdot \varphi_1 + \alpha)] \qquad (2)$$

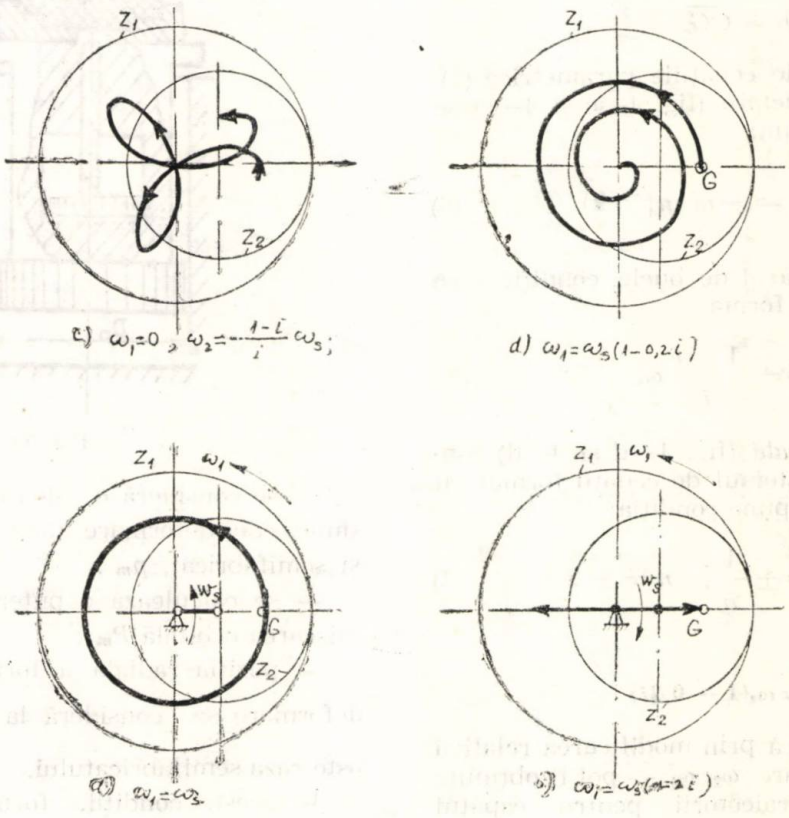


Fig. 4

unde :

$$k_1 = \frac{\omega_s}{\omega_1};$$

$$\varphi_1 = \omega_1 \cdot t;$$

α — unghiul poziţional relativ al excentricului.

Pentru cazul în care $\omega_s = \omega_1$ şi $\alpha = 0$, se obţine cercul de ecuaţie :

$$X^2 + Y^2 = (2\ e)^2 \qquad (3)$$

care reprezintă traiectoria orbitală a punctului **G** reprezentată în figura 4, a.

b) *Mişcarea pendulară* (fig. 1—b şi 4—b) se obţine dacă se respectă condiţia:

$$\frac{\omega_2 - \omega_s}{\omega_s} = -2, \text{ sau } \omega_2 = -\omega_s \qquad (4)$$

care pentru mecanismul înlocuitor devine:

$$\omega_1 = \omega_s (1 - 2\ i) \qquad (4')$$

unde

$$i = \frac{R_2}{R_3};$$

Deplasarea în plan vertical a articulaţiei **G**, va fi dată de ecuaţia:

$$Z = \sqrt{R^2 - (x^2 + y^2)} \qquad (5)$$

$$R = \overline{OG}$$

iar x, y sînt date de ecuaţiile parametrice (2).

c) *Mişcarea planetară* (fig. 1—c şi 4—c) se obţine punînd condiţia:

$$\frac{\omega_2 - \omega_s}{\omega_s} = \pm n (|n| > 2) \qquad (6)$$

în care n este numărul de bucle, condiţie care se poate scrie şi sub forma:

$$\omega_2 = -\frac{1 - i}{i}\omega_s \qquad (6')$$

d) *Mişcarea spirală* (fig. 1—d şi 4—d) este obţinută dacă în sistemul de ecuaţii format cu relaţiile (2) şi (5) se pune condiţia:

$$\frac{\omega_2 - \omega_s}{\omega_s} = \pm \frac{1}{n}; \quad n \neq \pm 2 \qquad (7)$$

sau

$$\omega_1 = \omega_s (1 - 0{,}2i)$$

Se menţionează că prin modificarea relativă a vitezelor unghiulare ω_2, ω_1 — pot fi obţinute şi alte tipuri de traiectorii pentru capătul portsculei **G**.

Puterea şi momentul de antrenare a arborelui portsculei

În funcţie de mărimea, forma şi rezistenţa la deformare a semifabricatelor matriţate, se calculează puterea de antrenare a capătului portsculei la nivelul articulaţiei **G** făcînd următoarele simplicări:

— se neglijează frecarea din lagărul sferic de rază R_s (fig. 5).

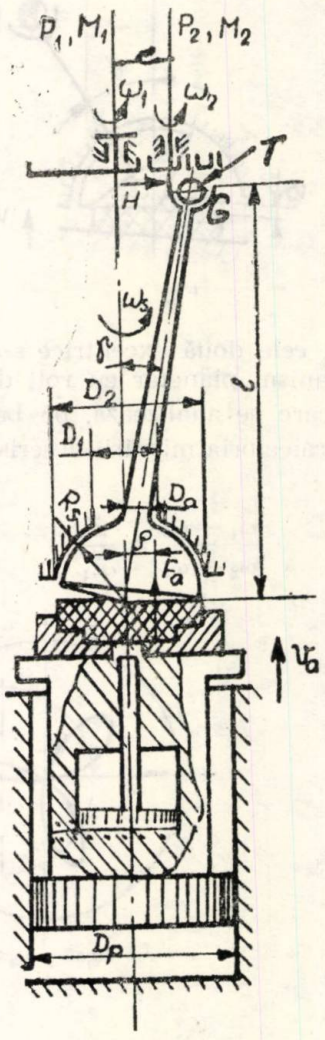


Fig. 5

— se consideră o valoare medie pentru presiunea de deformare tangenţială dintre sculă şi semifabricat, p_m ;

— se calculează o putere globală pentru mişcarea orbitală P_m ;

— poziţia radială a forţei tangenţiale de deformare se consideră la $\rho = \frac{r_s}{2}$, unde r_s este raza semifabricatului.

În aceste condiţii, forţa tangenţială de deformare este:

a) pentru semifabricate cilindrice pline:

$$F_t = p_m \cdot s \cdot r_s \qquad (8)$$

b) $$F_t = p_m s \left(r_{s_2} - r_{s_1}\right) \qquad (8')$$

r_{s_2} și r_{s_1} fiind razele: exterioară, respectiv interioară a semifabricatelor inelare, iar s — avansul axial la o oscilație (s=1—2 mm/oscilație).

Presiunea medie de deformare se calculează cu relația [1] :

$$p_m = \sigma_d \left[1{,}25 + \mu\lambda\left(\frac{2r_s}{3h} + 1\right)\right] \qquad (9)$$

unde:

σ_d este rezistența la deformare a materialului;

μ — coeficientul de frecare la matrițarea oscilantă ;

$\lambda = \frac{A_c}{\pi r_s^2}$ este coeficientul relativ de reducere a ariei de contact, (λ = 0,5—0,15) ;

h = înălțimea semifabricatului.

Cuplul rezistent (în plan orizontal) dat de forța F_t este:

$$a)\quad M_t = F_t \cdot \rho = p_m \frac{s \cdot r_s^2}{2} \qquad (10)$$

$$b)\quad M_t = p_m s \frac{r_{s_2}^2 - r_{s_1}^2}{2} \qquad (10')$$

Puterea de antrenare a capătului portsculei, în condițiile de mai sus, este:

$$P = M_t \cdot \omega_s = p_m s \frac{r_s^2}{2} \omega_s \qquad (11)$$

și respectiv,

$$P = p_m \cdot s \cdot \frac{r_s^2 - r_{s_1}^2}{2} \omega_s, \qquad (11')$$

în care

$$\omega_s = \frac{2\pi n s}{60},$$

n_s fiind viteza oscilațiilor portsculei dependentă de regimul termic de deformare (n_s = 100—300/min, pentru deformare la rece) ;

n_s = 300—900/min, pentru mașini de deformare la cald [2].

Forța de avans axial, F_a

Considerînd presiunea de contact dintre sculă și semifabricat pe direcția verticală identică cu presiunea medie tangențială dată de relația (9), forța de avans axial este :

$$a)\quad F_a = p_m \cdot A_c = p_m \cdot \pi \cdot r_s^2 \cdot \lambda \qquad (12)$$

sau

$$b)\quad F_a = p_m \pi \left(r_{s_2}^2 - r_{s_1}^2\right) \cdot \lambda \qquad (12')$$

Coeficientul de reducere al ariei de contact este dependent de unghiul de oscilație și de avansul axial s și se poate calcula cu una din relațiile date în lucrările [1, 2, 3].

Viteza axială de avans v, realizată de motorul hidraulic liniar, se exprimă cu relația :

$$v = s\frac{n_s}{60} \quad [\text{mm/s}] \qquad (13)$$

Puterea teoretică necesară acționării mecanismului de avans va fi :

$$P_a = F_a \cdot v \qquad (14)$$

Din (11) și (14) rezultă :

$$P/P_a = 1/\lambda \qquad (15)$$

Calculul organologic

a) Articulația sferică de rază R_s (fig. 5) preia integral forța de avans axial F_a fiind organul esențial al mașinii și se dimensionează pentru solicitarea la presiune de contact conform relației:

$$p_c = \frac{F_a}{\frac{\pi}{4}\left(D^2 - D_1^2\right)} \leqslant p_{ac} \qquad (15')$$

unde :

p_{ac} este presiunea admisibilă de contact (pentru oțel pe bronz $p_{ac} \simeq 10 \div 15$ MPa)

Practic se admite : $D_2/D_1 = 2{,}2 \div 2{,}5$.

Pe de altă parte, din condiția geometrică (fig. 5) rezultă:

$$D_1 \geqslant D_a + 2R_s \operatorname{tg}\gamma + (10 \div 15)\,\text{mm}$$

unde D_a este diametrul arborelui portsculei la încastrarea cu articulația, solicitat la încovoiere și calculat ca atare.

Constructiv se adoptă :

$$R_s = D_2/(1{,}9 \div 1{,}95) ;$$

Cuplajul din **G** se dimensionează la solicitarea dată de cuplul : $M_t = T.e$ și reacțiunea $H = \frac{F_t \rho}{l}$.

Momentul încovoietor în secțiunea de încastrare a arborelui cu articulația sferică de raza R_s, este :

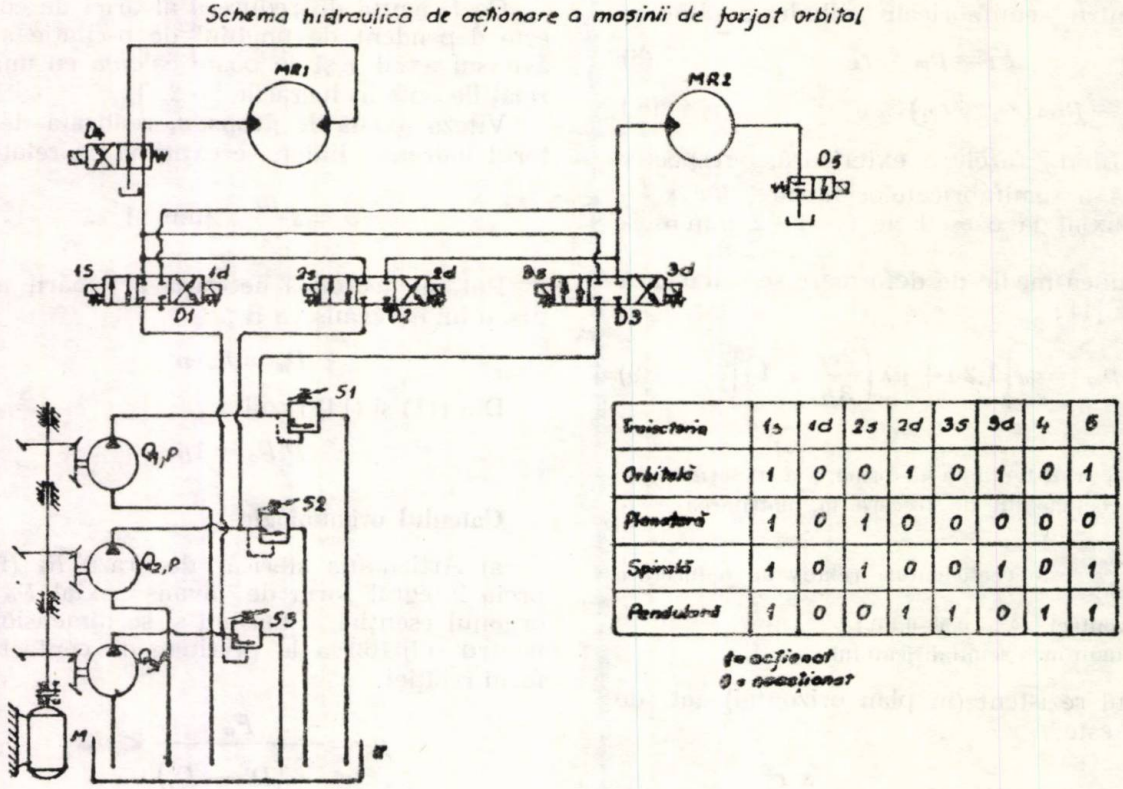
$$M_i = \sqrt{T^2 + H^2}(l - R_s)/\cos\gamma =$$

$$= \sqrt{\frac{M_t^2}{e^2} + \frac{F_t^2 \rho^2}{l^2}} \cdot (l - R_s)/\cos\gamma \qquad (16)$$

Astfel că :

$$D_a = \sqrt{\frac{32 M_i}{\pi \sigma_{ai}}}, \qquad (17)$$

unde σ_{ai} este rezistența admisibilă la încovoiere.



Traiectoria	1s	1d	2s	2d	3s	3d	4	5
Orbitală	1	0	0	1	0	1	0	1
Planetară	1	0	1	0	0	0	0	0
Spirală	1	0	1	0	0	1	0	1
Pendulară	1	0	0	1	1	0	1	1

1 = acționat
0 = neacționat

Fig. 6

Înlocuind elementele calculate anterior în (16), se obține relația practică:

$$D_a = (0{,}6 \div 0{,}7)\ R_s \qquad (17')$$

Diametrul pistonului mecanismului de avans axial este dat de :

$$D_p = \sqrt{\frac{4F_a(1{,}02 \div 1{,}05)}{\pi p}} \qquad (18)$$

unde $p = 150 \div 300$ bar este presiunea de lucru din cilindru.

Cadrul mașinii se calculează prin metode clasice avînd valoarea forței F_a care încarcă excentric presa.

Valoarea unghiului de oscilație γ se recomandă astfel:

$\gamma = 1{,}4 \div 4°$ pentru matrițări la rece,

$\gamma = 4 \div 10°$ pentru matrițări la cald și semicald.

Stabilirea schemei de acționare

Pentru mașinile de forjat oscilant la cald, unde sînt necesare puteri mari la antrenarea portsculei ($P = 100 \div 1000$ kW), se recomandă acționarea hidraulică cu motoare hidrostatice rotative de tipul cu pistonașe axiale sau radiale. Pentru realizarea antrenării conformă cu condițiile impuse privind obținerea diferitelor traiectorii ale capătului portsculei, se recomandă ca o schemă posibilă, cea dată în figura 6.

Utilizînd trei pompe cu debite riguros egale ($Q_1 = Q_2 = Q_3$), prin comanda distribuitoarelor

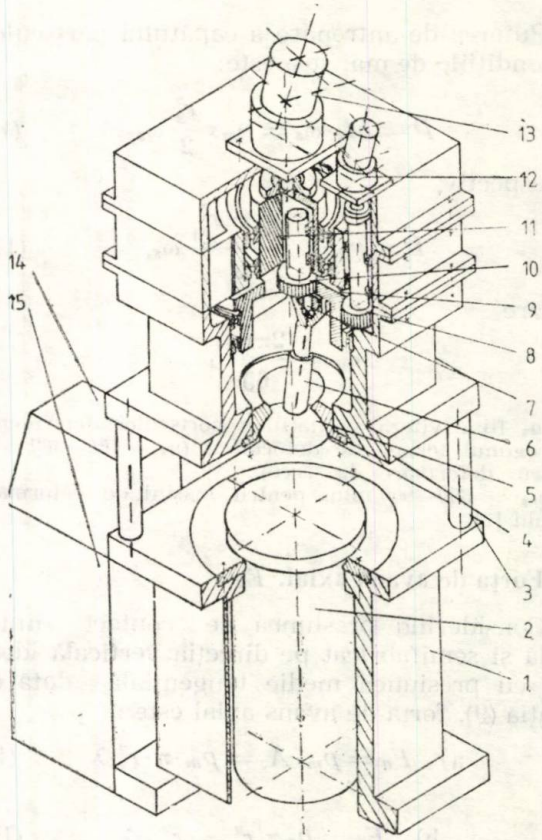


Fig. 7

$D_1 \ldots D_4$ conform tabelului din figura 6, rezultă vitezele unghiulare $\omega_1, \omega_2, \omega_s$, care determină traiectoriile dorite.

Concluzii

Pe baza considerațiilor teoretice stabilite anterior, s-a proiectat o mașină de forjat oscilantă (redată în fig. 7), cu următoarele caracteristici :

- **puterea de antrenare a portsculei $P = 190$ kW;**
- **forța de avans axial : $F_a = 1250$ KN ;**
- **viteza de oscilație : $n_s = 600$/min ;**
- **viteza de avans axial : $v = 10$ mm/s ;**
- **diametrul minim de flanșă matrițată : $D_s = 300$ mm ;**
- **productivitatea : 1—2 flanșe/minut.**

Avînd în vedere avantajele procedeului de forjare oscilantă (reducerea forței de presare și deci a gabaritului utilajului, creșterea preciziei de matrițare, dublarea durabilității matrițelor, reducerea consumului energetic și îmbunătățirea condițiilor de muncă din secțiile de forjă), se impune generalizarea lui în industrie prin realizarea unor mașini mai ales pentru matrițarea la cald și semicald.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Canta, T., ș.a. :* Cercetări privind realizarea flanșelor prin matrițare orbitală. Conferința națională de deformări plastice la cald. Brașov, octombrie, 1986.

[2] *Oudin, J., ș.a. :* Le forgeage avec matrice oscillante, applications et developpements. In : Revue Française de Mécanique, nr. 4, 1984.

[3] *Pșnenișniuk, A.S., Krivda, L.T. :* In : Kuznecino štampovocinoe proizvodstvo, nr. 5, 1985.

[4] *Standring, P.M., Appleton, E. :* The developpment of rotary forging machine design. In : Machine Design, nr. 4, 1979.

CZ : 621.979.02

Presă hidraulică multidirecțională pentru formarea la rece a racordurilor „T" și a crucilor din țeavă

Ing. Francisc **ȘOIMOȘI**, ing. Emil **DORIANU**, ing. Mircea **RĂDULESCU**, ing. Constantin **BURZ**, ing. Ștefan **KOVACS** — I.C.S.I.T.P.S.C.M. filiala Cluj-Napoca

Lucrarea se referă la o presă tridirecțională pentru formarea la rece a racordurilor „T" și a crucilor din țeavă, prin deformare plastică în matriță. Aceste repere se folosesc la instalațiile din cadrul centralelor nucleare.

Deformarea se execută prin presarea capetelor țevii și exercitarea unei presiuni interioare prin intermediul unui fluid tehnologic. Astfel de prese sînt cunoscute ca fiind executate în variante constructive diferite ca :

— prese cu batiul monobloc, sudate din tablă groase;

— prase cu batiul executat din traverse montate cu coloane și lucrînd cu diferite presiuni tehnologice în domeniul presiunilor înalte.

Sursa de presiuni înalte care debitează fluidul tehnologic este o pompă amplasată lîngă presă, sau un multiplicator de presiune montat pe presă.

Presa este constituită dintr-un batiu vertical 1 care susține un cilindru hidraulic vertical și un cilindru extractor 3. În batiul vertical 1 se montează o masă 4, pe care se așează o matriță de lucru 5 în care se așează un semifabricat sub formă de țeavă 6, din care în urma procesului tehnologic se obține un racord T sau o cruce.

Batiul vertical este solidar cu un batiu orizontal 7, în care sînt montați doi cilindri hidraulici orizontali 8 și 9. Cilindrii hidraulici 8 și 9 au tijele bilaterale, iar prin interiorul lor trece lichidul tehnologic de înaltă și medie presiune de la grupurile hidraulice aferente.

Pe capetele tijelor orientate spre centrul presei se montează cîte un poanson 13, prin intermediul cărora forța dezvoltată de cilindri hidraulici 8 și 9 se transmite la semifabricatul țeavă 6 și prin care pătrunde fluidul tehnologic, sub presiune, în interiorul semifabricatului pentru realizarea deformării plastice în matriță. Cilindrul hidraulic extractor 3 ajută la scoaterea piesei finite din matrița inferioară.

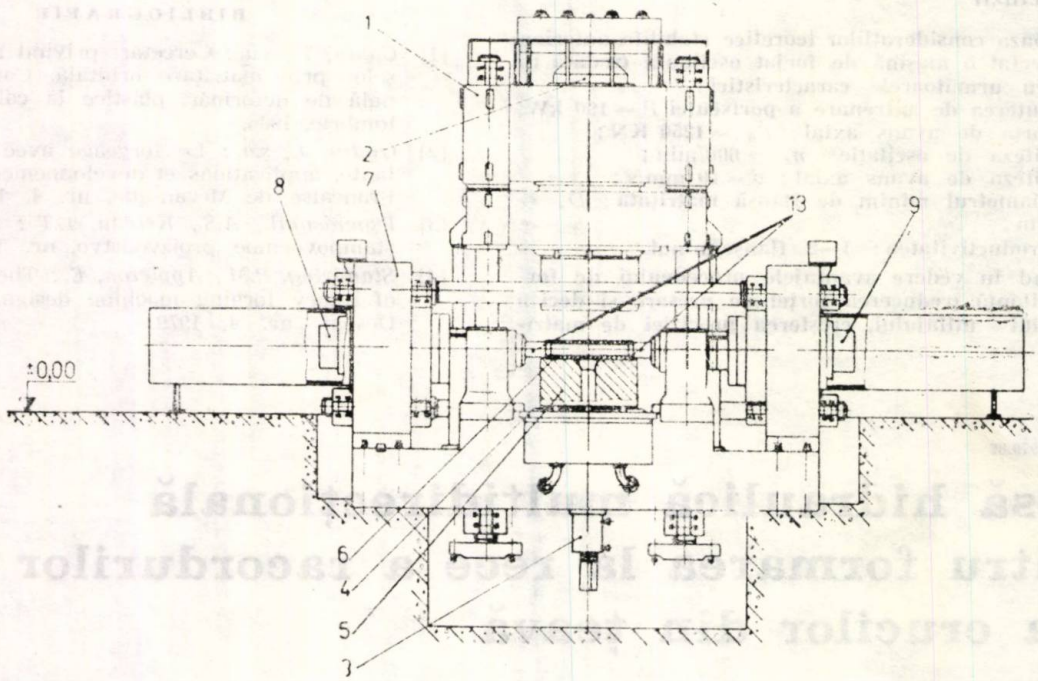
Subansamblele constructive principale ale batiului vertical, respectiv postamentul și traversa superioară, sînt solidarizate cu 4 coloane. Cele 4 coloane constituie și ghidajele traversei mobile, pe care se află montată semimatrița superioară.

Traversa superioară conține un ventil sertar de umplere rapidă și un rezervor hidraulic, ce servesc cilindrul hidraulic vertical care acționează traversa mobilă. Cele două traverse ale batiului orizontal sînt solidarizate cu două coloane. Traversele constituie și suportul celor doi cilindri hidraulici orizontali.

Forța de presare a cilindrului vertical este de 3000 tf, iar a cilindrilor orizontali este de 2000 tf pentru fiecare. Presiunea de formare este de 3000 bar.

Aerisirea sistemului hidraulic, respectiv a tuturor cilindrilor hidraulici, se realizează centralizat, conductele de aerisire fiind centralizate pe un pupitru de robinete.

Presa propriu-zisă are o înălțime de 9 m, o lățime de 11 m și este concepută astfel că operațiile de manevrare pot fi mecanizate respectiv automatizate.



Ungerea presei se realizează mixt, parțial prin intermediul unei instalații centralizate de ungere cu vaselină și parțial prin ungere manuală.

Procesul tehnologic este foarte economicos deoarece T-urile se execută pe o singură mașină, rapid și fără consum de energie termică. Presa prin gabaritul ei poate executa T-uri cu un diametru pînă la 900 mm.

CZ : 621.979.82

Metodă generalizată de calcul energetic al preselor cu șurub acționate hidraulic

Prof. dr. ing. Virgil **MOLDOVAN**, șef lucrări ing. Mircea **MOCIRAN** — Institutul Politehnic Cluj-Napoca

În lucrare se utilizează următoarele **notații :**

A_1 — suprafața pistonului din camera superioară, [m²] ;

A_2 — suprafața pistonului din camera inferioară, [m²] ;

C — rigiditate, [Nm^{-1}] ;

E_2 — energia la nivelul volantului, [I] ;

E_3 — energia de lovire la nivelul berbecului, [J] ;

E_{ac} — lucrul mecanic la nivelul acumulatorului, [J] ;

E_{act} — lucrul mecanic la intrarea în acumulator, [J] ;

E_c — energie cinetică, [J] ;

E_d — lucrul mecanic de deformare plastică a semifabricatului, [J] ;

E_e — lucrul mecanic de deformare elastică a organelor presei, [J] ;

E_G — lucrul mecanic dezvoltat de forțele de greutate, [J] ;

E_{me} — energia produsă de motorul electric, [J] ;

E_{mec} — energia consumată de la rețea de motorul electric, [J] ;

E_p — lucrul mecanic la nivelul pompei, [J] ;

E_{pi} — energia pierdută, [J] ;

E_{rjp} — lucrul mecanic la nivelul rezervorului de joasă presiune, [J] ;

E_s — energia neutilizată, [J] ;

E_μ — lucrul mecanic consumat prin frecare în timpul deformării, [J] ;

E'_3 — energia înmagazinată în ansamblul mobil la sfîrșitul fazei de coborîre accelerată, [J] ;

F_{MH} — forța motorului hidraulic, [N] ;

F_N — forța nominală a presei, [N] ;

G — greutatea pieselor aflate în mișcare de translație, [N] ;

h — cursa, [m] ;

I_2 — momentul de inerție al pieselor aflate în mișcare de rotație redus la axa șurubului, [kgm²] ;

i — raport de transmisie ;

k — constantă ;

M_{tm} — momentul de torsiune teoretic produs de motorul hidraulic rotativ, [Nm] ;

m — modul, [m] ;

m_1 — masa pieselor aflate în mișcare de translație [kg] ;

n_{cl} — numărul de curse duble, [min^{-1}] ;

n_m — numărul de motoare rotative ;

P_{me} — puterea motorului electric, [W] ;

P_p — puterea pompei, [W] ;

p — pasul șurubului, [m] ;

p_0 — presiunea din rezervorul de joasă presiune, [Nm^{-2}] ;

p_1 — presiunea din camera superioară a motorului, [Nm^{-2}] ;

p_2 — presiunea din camera inferioară a motorului [Nm^{-2}] ;

p_{ac} — presiunea din acumulator, [Nm^{-2}] ;

p_p — presiunea de la pompă, [Nm^{-2}] ;

p_s — presiunea sursei de alimentare, [Nm^{-2}] ;

Q_p — debitul pompei, [m^{3}s^{-1}] ;

q — cilindreea motorului rotativ, [m^3] ;

t — timp, [s] ;

t_p — timpul de funcționare al pompei la o cursă dublă, [s] ;

x — deplasare, [m] ;

z — număr de dinți ;

η — randament ;

η_{ac} — randamentul acumulatorului ;

η_c — randamentul crapodinei ;

η_g — randamentul ghidajelor ;

η_h — randament hidraulic ;

η_{hm} — randament hidro-mecanic ;

η_m — randament mecanic ;

η_{me} — randamentul motorului electric ;

η_p — randamentul pompei ;

η_{pac} — randamentul transmisiei lichidului de la pompă la acumulator ;

η_{pr} — randamentul presei ;

η_{sa} — randamentul sistemului de alimentare ;

η_s — randamentul șurubului ;

ω — viteză unghiulară, [s^{-1}].

Calculul de dimensionare a motoarelor hidraulice, al energiei și al forței

Pentru alegerea motoarelor hidraulice de acționare se folosesc relațiile :

a) La acționarea cu motoare liniare [1] :

$$A_1 = \frac{E_2 - \eta_{ca} \cdot G \cdot h_{ca}}{k_1 \cdot p_s \cdot x_{ca}\ \eta_{ca}}, \quad [m^2] \tag{1}$$

$$A_2 \approx \frac{3G}{p_s}, \quad [m^2] \tag{2}$$

unde, după studii proprii [2] :

$\eta_{ca} = 0{,}7—0{,}75$;

$x_{ca} = (0{,}75 \div 0{,}85)\ h$, la acționare directă

$x_{ca} = (0{,}75 \div 0{,}85)\ h \dfrac{\pi m z}{p}$, la acționare indirectă.

În general, $F_{MH} = (0{,}03 \div 0{,}07)\ F_N$ [1].

La prese-ciocan,

$$A_1 = \frac{(0.2 \div 0{,}25)\ F_N}{p_s} \tag{3}$$

b. La acționarea cu motoare rotative, se calculează M_{tm}:

— la cursa de coborîre accelerată în funcție de n_{cd}, (4), sau E_2, (5) [1] :

$$M_{tm1} = \frac{I_2 \omega_{ca} n_{cd}}{60 G \cdot \eta_{ca} \cdot k_2} - G \frac{p}{2\pi} \tag{4}$$

$$M_{tm2} = \frac{E_2 p}{2\pi x_{ca} \cdot \eta_{ca}} - G \frac{p}{2\pi} \tag{5}$$

— la cursa de ridicare accelerată,

$$M_{tm3} = \frac{I_2 \cdot \omega_{ra}}{\eta_{ra} \cdot \left[(1 - k_2) \dfrac{60}{n_{cd}} - t_d \right] k_3} + G \frac{p}{2\pi} \tag{6}$$

unde, $k_2 = 0{,}25—0{,}3$, [1] ;
sau, după studii proprii, [2]:

$$k_3 = 0{,}75—0{,}8 ;$$

$$\omega_{ra} = (0{,}65 \div 0{,}7)\ \omega_{ca} ;$$

$$\eta_{ra} \approx \eta_{ca}$$

Motorul hidraulic rotativ se alege după valoarea cea mai mare a lui M_{tm}.

În timpul loviturii, la presele cu șurub are loc următorul bilanț energetic [3] :

$$E_3 = E_d + E_e + E_\mu + E_{pi} + E_s \tag{7}$$

E_{pi} și E_s fiind mici, de obicei

$$E_3 = E_d + E_e + E_\mu \tag{7'}$$

unde

$$E_d = \int_0^{x_d} F_d(x)\,dx \tag{8}$$

iar, pentru valori medii,

$$E_d = F_N \cdot x_d \tag{9}$$

$$E_e = \frac{F_N^2}{2} \tag{10}$$

Cursa de deformare se dă tabelar, în funcție de F_N [4].

Energiile E_2 și E_3 se exprimă cu relațiile [5]:

$$E_2 = \frac{I_2 \omega_{max}^2}{2} + \frac{m_1 v_{max}^2}{2} \tag{11}$$

$$E_3 = \frac{I_2 \omega_{max}^2}{2} \cdot \eta_s\ \eta_g \cdot \eta_c + \frac{m_1 v_{max}^2}{2} \cdot \eta_g \tag{12}$$

unde primul termen reprezintă energia produsă de masele aflate în mișcare de rotație (peste 90% din E_2 sau E_3), iar al doilea, de masele aflate în mișcare de translație.

Lucrul mecanic la nivelul motorului hidraulic este :

$$E_{k_4k_5} = k_6 \int_0^{k_7} p_1(x)\,dx + k_8 \int_0^{k_7} p_2(x)\,dx \qquad (13)$$

Lucrul mecanic produs de acumulator este:

$$A_{ack_4k_5} = k_9 \int_0^{k_7} p_{ac}(x)\,dx \qquad (14)$$

Lucrul mecanic la intrarea în acumulator este:

$$E_{acik_4k_5} = Q_p \int_0^{t_{k5}} p_{ac}(t)\,dt \qquad (15)$$

Lucrul mecanic la nivelul pompei este :

$$E_{pk_4k_5} = Q_p \int_0^{t_{k5}} p_p(t)\,dt \qquad (16)$$

Lucrul mecanic la nivelul rezervorului de joasă presiune este :

$$E_{rjpk_4k_5} = k_{10} \int_0^{k_7} p_0(x)\,dx \qquad (17)$$

Lucrul mecanic produs de greutate este :

$$E_{Gk_5} = x_{k_5} \cdot G \qquad (18)$$

Puterea motorului electric de antrenare a pompei este :

$$P_{me} = \frac{P_p}{\eta_p} = \frac{P_p \cdot Q_p}{\eta_p} \qquad (19)$$

Energia consmuată de la rețea de motorul electric este:

$$E_{meck_4k_5} = \int_0^{t_5} P_{me}(t)\,dt \qquad (20)$$

Energia produsă de motorul electric este:

$$E_{mek_4k_5} = \eta_{me} \cdot E_{meck_4k_5} \qquad (21)$$

Valorile constantelor se dau în tabelele 1 și 2.

k_5 = ca (coborîre accelerată) ;
cf (coborîre frînată);
d (deformare);
ra (ridicare accelerată);
rf (ridicare frînată);
cd (cursă dublă);
s (staționare).

Tabelul 1

Nr. crt.	Tipul motorului / Constanta	Motoare liniare	Motoare rotative
1.	k_4	1	r
2.	k_7	$k_1 x_{k5}$	ixk_5

Valorile notate cu * se referă la preseciocan.

Tipurile de acționare hidraulică ale preselor cu șurub se notează cu un cod format din 3 cifre, de forma ABC, unde :

— pentru motoare liniare, $A = 1$;
— pentru motoare rotative, $A = 2$;
— pentru camera inferioară legată permanent la sursa de presiune, $B=1$;
— pentru camera inferioară legată la rezervor, $B=2$;
— pentru acționare directă, $C = 1$;
— pentru acționare indirectă, $C=2$.

Calculul randamentelor

Randamentul sistemului de acționare

La cursa de coborîre:

— randamentul mecanic

$$\eta_{mk_4c} = \frac{E_3}{E_{k_4ca} + E_{k_4cf} + E_{Gc}} \qquad (22)$$

— randamentul hidraulic

$$\eta_{hk_4c} = \frac{E_{k_4ca} + E_{k_4cf}}{E_{k_{11}k_4ca} + E_{k_{11}k_4cf} + E_{rjpk_4ca} + E_{rjpk_4cf}} \qquad (23)$$

— randamentul hidro-mecanic

$$\eta_{hmk_4c} = \frac{E_3}{\left(E_{k_{11}k_4ca} + E_{k_{11}k_4cf} + E_{rjpk_4ca} + E_{rjpk_4cf}\right)} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{E_{Gc}}{E_{k_4ca} + E_{k_4cf}}\right)} \qquad (24)$$

$k_{11} = p$ — pentru prese alimentate de la pompă;

$k_{11} = ac$ — pentru prese alimentate de la acumulator.

Tabelul 2

Tipul presei și faza \ Constanta		k_2	k_3	k_9	k_{10}
111, 112	ca	A_1	$-A_2$	$k_1\ (A_1-A_2)$	0
	cf			$-k_1\ A_2$	k_1A_1
	d			$-k_1\ A_2$ $k_1\ (A_1-A_2)$	k_1A_1, 0*
	ra	$-A_1$	A_2	k_1A_2	$-k_1A_1$
	rf			$-k_1\ (A_1-A_2)$	0
121, 122	ca	A_1	A_2	k_1A_1	$-k_1A_2$
	cf			0	$k_1\ (A_1-A_2)$
	d			0, k_1A_1*	$k_1\ (A_1-A_2)$ $-k_1A_1$*
	ra	$-A_1$	A_2	k_1A_2	$-k_1A_1$
	rf			0	$-k_1\ (A_1-A_2)$
221, 222	ca	$\frac{i\cdot n_m q\cdot\tau_{lm}}{p}$		$i\cdot n_m q\frac{2\pi}{p}$	$-i\cdot n_m\cdot q\cdot\frac{2\pi}{p}$
	cf			0	0
	d			0, $in_m q\frac{2\pi^*}{p}$	0, $-in_m q\frac{2\pi^*}{p}$
	ra	i		$in_m q\frac{2\pi}{p}$	$-in_m q\frac{2\pi}{p}$
	rf			0	0

La cursa de ridicare, se scriu relații similare. Astfel, randamentul hidro-mecanic este:

$$\eta_{hmk_4r}=\frac{E_{Gr}}{E_{k_{11}k_4ra}+E_{k_{11}k_4rf}} \tag{25}$$

La o cursă dublă, se obțin următoarele valori :

$$\eta_{mk_{11}cd}=\frac{E_d}{E_{k_{11}cd}} \tag{26}$$

$$\eta_{hk_{11}cd}=\frac{E_{k_4cd}}{E_{k_{11}k_4cd}} \tag{27}$$

$$\eta_{hmcd}=\frac{E_d}{E_{k_{11}h_4cd}} \tag{28}$$

În relațiile de mai sus :

$$E_{k_{11}cd}=E_{k_{11}ca}+E_{k_{11}cf}+E_{k_{11}d}+ +E_{k_{11}ra}+E_{k_{11}rf} \tag{29}$$

$$E_{k_{11}k_4cd}=E_{k_{11}k_4ca}+E_{k_{11}k_4cf}+E_{k_{11}k_4d}+ +E_{k_{11}k_4ra}+E_{k_{11}k_4rf}+E^*_{k_{11}k_4s} \tag{30}$$

Termenul (*) apare în cazul alimentării de la pompă.

Randamentul sistemului de alimentare

Randamentul acumulatorului :

$$\eta_{iac}=\frac{E_{ack_4cd}}{E_{acik_4cd}} \tag{31}$$

Randamentul transmisiei de la pompă la acumulator :

$$\eta_{pac}=\frac{E_{acik_4cd}}{E_{pk_4cd}} \tag{32}$$

Randamentul pompei:

$$\eta_p=\frac{E_{pk_4cd}}{E_{me}} \tag{33}$$

Randamentul motorului electric :

$$\eta_{me}=\frac{E_{me}}{E_{mec}} \tag{34}$$

Randamentul sistemului de alimentare :

$$\eta_{sa}=\eta^*_{cc}\cdot\eta_{pac}\cdot\eta_p\cdot\eta_{me}=\frac{E_{k_{11}k_4cd}}{E_{mec}} \tag{35}$$

În relațiile de mai sus :

$$E_{acik_4cd}=E_{acic_4ca}+E_{acik_4cf}+E^*_{acik_4d}+ +E_{acik_4ra}+E_{acik_{55}rf}+E_{acik_{55}s} \tag{36}$$

$$E_{mec} = \int_0^{t_p} P_{me}(t)\,dt \qquad (37)$$

$$t_p = t_{ca} + t_{cf} + t_d + t_{ra} + t_{rf} + t_s \qquad (38)$$

Pentru presele cu alimentare direct de la pompă, η_{pac} și η_{ac} se ia (1) în relația (35).

Randamentul presei

$$\eta_{pr} = \eta_{hmcd} \cdot \eta_{sa} = \frac{E_d}{E_{mec}} = \frac{\int_0^{hd} F_d(h)\,dh}{\int_0^{t_p} P_{me}(t)\,dt} \qquad (39)$$

Metoda prezentată în prezenta lucrare este avantajoasă deoarece se poate aplica la orice tip de presă cu șurub acționată hidraulic.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Bociarov, Iu. A.:* Vintovîe pressî. Moskva, Masinostronie, 1976.

[2] *Moldovan, V., Mociran, M., Pop, S.:* Metodică de calcul a preselor cu șurub cu acționare hidraulică. Cluj-Napoca, Institutul Politehnic, 1982.

[3] *Moldovan, V., Maniu, A.:* Utilaje pentru deformări plastice, București, E.D.P., 1982.

[4] *Moldovan, V., Chirilă, V.:* Exploatarea rațională a mașinilor de forjat. București, Editura tehnică, 1979.

[5] *Mociran, M.:* Metodologia de calcul și de verificare a acestuia privind presele cu șurub acționate hidraulic. Referatul II de doctorat. Cluj-Napoca, Institutul Politehnic, 1985.

CZ : 621—7

Dispozitiv pentru protecția și controlul filtrelor de înaltă presiune

Ing. Mircea **RĂDULESCU** — I.C.S.I.T.P.S.C.M. filiala Cluj-Napoca

Lucrarea are drept scop prezentarea unui dispozitiv brevetat la OSIM sub nr. 81599, aflat în prezent în producție de serie și destinat echipării filtrelor de presiuni înalte.

Pentru protecția filtrelor la șocuri de presiune (generate de pornirea pompelor, comutarea unor distribuitoare) sau căderi mari de presiune, se utilizează supapele de by-pass, sistem bilă—arc, integrate în corpul filtrelor. Supapa se deschide la șocuri de presiune, sau căderi mari de presiune și lichidul ocolește circuitul de filtrare.

Pentru sesizarea în exploatare a gradului de colmatare, se cunosc sesizoarele de colmatare formate, în majoritate, dintr-un piston cu arc acționat de căderea de presiune pe filtru. Poziția pistonului dă astfel informații asupra gradului de colmatare al filtrului, iar poziția este pusă în evidență magnetic, mecanic sau electric.

Aceste soluții au diverse dezavantaje:

— sesizorul nu poate funcționa în cîmpuri magnetice;

— sesizoarele și supapele de by-pass nu sînt reglabile ceea ce face ca la diferite materiale filtrante să fie necesare supape și sesizoare diferite.

Un alt dezavantaj a acestor soluții rezultă din necesitatea ca $\Delta p_s < \Delta p_c$ și $\Delta p_s - \Delta p_c = c$, unde :

Δp_s — căderea de presiune la care se sesizează colmatarea ;

Δp_c — căderea de presiune la care se deschide supapa de by-pass.

Din acest punct de vedere, este dezavantajos ca supapa și sesizorul să fie elemente separate nereglabile, dificil de corelat constructiv.

Este posibil ca această corelare, chiar realizată, să se modifice în timp datorită modificării caracteristicilor acestora.

În figura 1 se arată o secțiune longitudinală prin dispozitivul propus pentru a înlătura

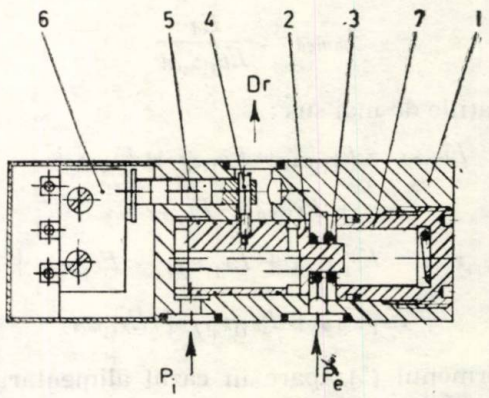


Fig. 1

aceste dezavantaje. El este constituit dintr-un corp **1** în care se mișcă un piston **2** acționat de un arc **3**. Pe fețele pistonului acționează, de asemenea, diferența de presiune dintre intrarea și ieșirea din filtru $\Delta p = p_i - p_e$

unde : p_i — presiunea de intrare în filtru;

p_e — presiunea de ieșire din filtru.

Cînd filtrul este colmatat ($\Delta_p = \Delta p_c$), pistonul se deplasează comprimînd arcul **3**, iar tija 4 acționează palpatorul **5** care se retrage de

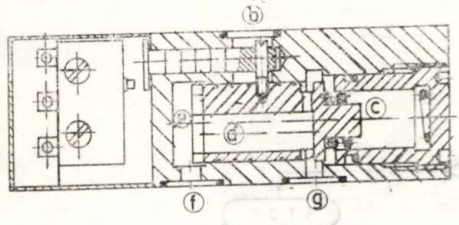


Fig. 2

pe un buton de acționare a unui microîntrerupător **6**, care închide sau deschide un circuit electric de sesizare a colmatării.

În cazul cînd Δp crește pînă la valoarea Δp_s (fig. 2), pistonul 2 se deplasează astfel încît prin interiorul său se face legătura între intrarea și ieșirea din dispozitiv. În acest caz, Δp nu mai poate crește, protejîndu-se elementul filtrant.

Pistonul și palpatorul nu mai au garnituri, în scopul reducerii frecărilor. Ele sînt prevăzute cu canale circulare de etanșare. Pierderile de fluid cauzate de jocul dintre piston și corp sînt conduse la un circuit de drenaj. Cu dopul de reglare **7** se poate modifica Δp_c și implicit Δp_s.

Prin folosirea dispozitivului se obțin următoarele **avantaje :**

— corelarea sigură a căderii de presiune la care se deschide supapa de by-pass, cu căderea de presiune la care se sesizează colmatarea ;

— reglarea căderilor de presiune (a sesizării și a supapei) în limite largi, ceea ce asigură posibilități mari de tipizare ;

— execuție simplă cu un număr mic de piese realizat prin compararea a două aparate ;

— fiabilitate ridicată ;

— posibilități de utilizare la presiuni ridicate.

CZ : 621.771.2

Calculul, asistat de calculator, al batiurilor de prese, încărcate simetric

Prof. dr. ing. Virgil **MOLDOVAN**, șef lucr. ing. Mircea **BEJAN**, ing. Dan **GRECU** Institutul Politehnic Cluj-Napoca

Complexitatea și volumul calculelor impuse de rezolvarea cadrelor simetrice de tip închis, încărcate simetric (schematizarea batiurilor unor utilaje ca prese, mașini de îndreptat tablă, laminoare etc.), au comportat stabilirea unor metode specifice de rezolvare care să reducă dificultățile și eventualele erori.

Cu notațiile :

$$k_1 = \frac{h}{l}\frac{E_1 I_1}{E_0 I_0}, \quad k_2 = \frac{h}{l}\frac{E_2 I_2}{E_0 I_0}, \tag{1}$$

unde mărimile cu indice 1 se referă la traversa (grinda) orzontală superioară, indicele 2 la traversa (grinda) orizontală inferioară, iar indicele zero la montanți, relațiile pentru determinarea necunoscutelor M_1 și M_2 (momentele din nodurile cadrului simetric), determinate în lucrarea [1], sînt:

$$\begin{cases} M_1 = 0{,}375\, Fl \dfrac{(2k_2 + 3C_2)\, B_1 - k_1 B_2}{(2k_1 + 3C_1)\,(2k_2 + 3C_2) - k_1 k_2} \\ M_2 = 0{,}375\, Fl \dfrac{(2k_1 + 3C_1)\, B_2 - k_2 B_1}{(2k_1 + 3C_1)\,(2k_2 + 3C_2) - k_1 k_2} \end{cases} \tag{2}$$

Coeficienții B și C au fost stabiliți pentru unele cazuri întîlnite frecvent, atît privind încărcarea traverselor (grinzilor) orizontale, cît și secțiunea diferită a acestora (cu moment de inerție mai mare în partea de centru, față de părțile de capăt), fiind sistematizați tabelar.

Programul „CADSIM" este conceput pentru calculul cadrelor simetrice de tip închis, încărcate simetric, punînd la dispoziția utilizatorului un instrument eficient în scopul optimizării proiectării și construcției cadrelor utilajelor pentru deformări plastice. „CADSIM" este realizat sub forma unui sistem interactiv funcționînd pe un calculator WANG 2200 VP și este scris în limbajul BASIC — 2.

Structura programului se sprijină pe trei module care asigură :

1. introducerea datelor ;
2. calculul cadrului și trasarea diagramelor de momente ;
3. calculul de momente în diverse puncte ale cadrului (fig. 1).

Modulele pot fi apelate indepedent, în funcție de necesitățile utilizatorului, o scurtă detaliere a fiecăruia dintre aceste module fiind prezentată în continuare.

Introducerea datelor

Datele de intrare se introduc separat pentru fiecare traversă (grindă) a cadrului în parte. În funcție de tipul de încărcare programul solicită valorile diverșilor parametri corespunzători cazului respectiv (lungimea traversei valorile solicitărilor, punctele de aplicare etc.). În concordanță cu cele 22 de moduri de încărcare considerate [1], programul operează cu următoarele patru tipuri de solicitări :

a) forță concentrată ;

Modulul asigură, în continuare, trasarea diagramei de momente încovoietoare. Utilizatorul are libertatea de a alege așezarea diagramelor precum și dimensiunile acestora, respectiv poate să reprezinte dimensiunile cadrului și valorile eforturilor la scările dorite.

Calculul valorii efortului într-un punct se realizează recursiv, adică adăugînd la valoarea efortului din punctul precedent efectul solicitărilor din intervalul cuprins între cele două

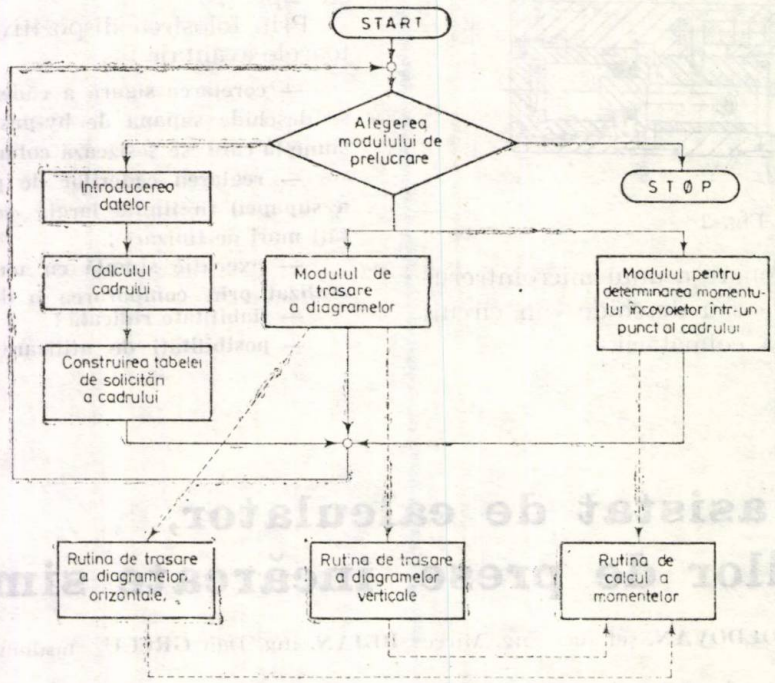


Fig. 1

b) început de distribuție de sarcină ;

c) sfîrșit de distribuție de sarcină ;

d) moment concentrat.

Valorile acestor solicitări sînt afectate de semn. Se precizează faptul că distribuțiile de sarcină pot fi constante sau liniare.

Toate datele corespunzătoare unei traverse (grinzi) sînt memorate în cîte o matrice, putînd fi utilizate de către oricare din celelalte două module de program.

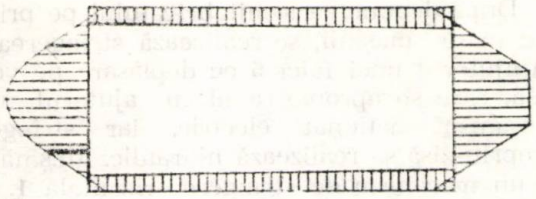
Calculele cadrului și trasarea diagramei de momente

Pe baza relațiilor de calcul (1), (2) și tabelului 1 [1], sînt calculați mai întîi coeficienții B și C, iar apoi momentele din noduri M_1 și M_2. Valorile lui sînt afișate și în același timp sînt inserate automat în tablourile conținînd solicitările traverselor (grinzilor). De asemenea, sînt calculate, afișate și inserate în memorie, reacțiunile corespunzătoare traverselor (grinzilor) transversale — montanții.

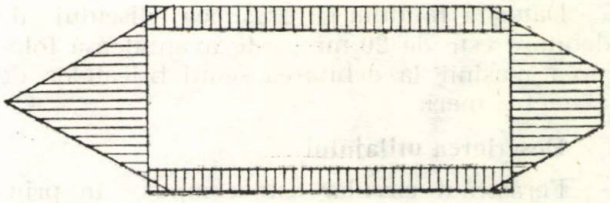
puncte. Această tehnică asigură menținerea timpului de calcul în limite reduse, chiar pentru o alegere fină a diviziunii punctelor.

Trasarea unei diagrame se reduce, în principiu, la calculul valorii efortului într-o mulțime de puncte ce alcătuiesc o diviziune echidistantă. Ordonatele punctelor sînt date de eforturile corespunzătoare. Prin unirea punctelor astfel determinate se realizează practic trasarea diagramei. Diagrama cadrului este realizată prin trasarea succesivă a diagramelor asociate celor două traverse și celor doi montanți componenți.

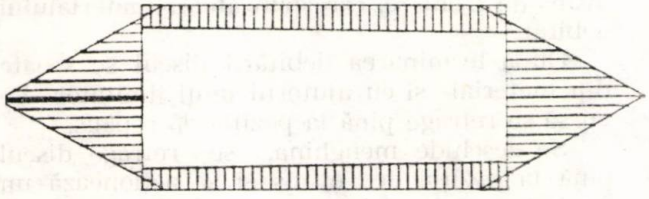
Modulul asigură și hașurarea diagramelor, distanța dintre hașuri fiind, de asemenea, la alegerea utilizatorului. În încheiere, sînt marcate pe diagramă toate punctele critice (punctele in care se schimbă caracterul curbei, puncte de maxim.)



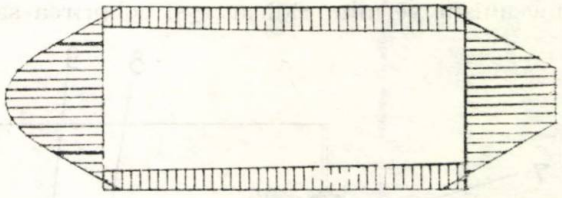
Cazul 3
B1 = 0.910688, C1 = 1, B2 = 0.889901, C2 = 1
K1 = 2.062736, K2 = 2.47391
M1 = 51306.632420 MN*mm M2 = 38824.185154 MN*mm
Mimax = — 177443.367722 MN*mm
Mmax = 193675.814845 MN*mm



Cazul 1
B1 = 0.910688, C1 = 1, B2 = 1, C2 = 1
K1 = 2.062736, K2 = 2.47391
M1 = 57341.444770 MN*mm, M2 = 53987.111573 MN*mm
Mimax = — 209533.555229 MN*mm
M2max = 326637.888426 MN*mm



Cazul 4
B1 = 1, C1 = 1, B2 = 0.999471, C2 = 1
K1 = 2.062736, K2 = 2.47391
M1 = 65218.427600 MN*mm, M2 = 51497.287677 MN*mm
Mimax = 315406.57399 MN*mm
M2max = 320377.712322 MN*mm



Cazul 2
B1 = 0.910688, C1 = 1, B2 = 0.889901, C2 = 1
K1 = 2.062736, K2 = 2.47391
M1 = 59857.7378232MN*mm M2=45294.882680 MN[mm
Mimax = — 207017.262176 MN*mm
M2max = — 225955.117319 MN*mm

Fig. 2

Procesul trasării este delimitat în etape, astfel încît pe parcurs să poată fi modificat instrumentul de trasare.

Calculul de momente

Prin intermediul acestui modul se realizează calculul momentului într-o secțiune oarecare a unei bare date a cadrului. Totodată, este furnizată și valoarea maximă a momentului încovoietor, pentru fiecare bară, și secțiunea în care acesta apare.

Programul „CADSIM" este destinat utilizării efective în aplicații practice și în acest sens el este ușor de manevrat. Exemplele prezentate în figura 2 (la scările 1 : 217,5 pentru lungimi și 1 : 10,537 pentru momente) sînt rezolvate exclusiv cu ajutorul calculatorului WANG 2200 VP. Programul este, de asemenea, conceput în scopul utilizării ca un instrument auxiliar în rezolvarea cadrelor cu încercări nesimetrice, în care se aplică principiul suprapunerii efectelor. În sfîrșit, el poate fi încorporat, la rîndul său, ca un modul de sine stătător într-un program de calcul și proiectare mai cuprinzător, mărindu-se considerabil gradul lui de aplicabilitate.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Moldovan, V., Bejan, M.* : Calculul cadrelor simetrice de tip închis, încărcate simetric. În : Construcția de mașini, nr. 7/1985, pp 349—352.

[2] *Kruse, R.* : Data Structures and Program Design, Prentice Hall, 1984.

[3] x x x : WANG 2200 VP — BASIC—2 Language Reference Manual.

CZ : 621.934

Mașină de debitat cu disc cu diametrul de 2020 mm, cu posibilități de mecanizare

Ing. Emil **DORIANU** — I.C.S.I.T.P.S.C.M. filiala Cluj-Napoca

Generalități

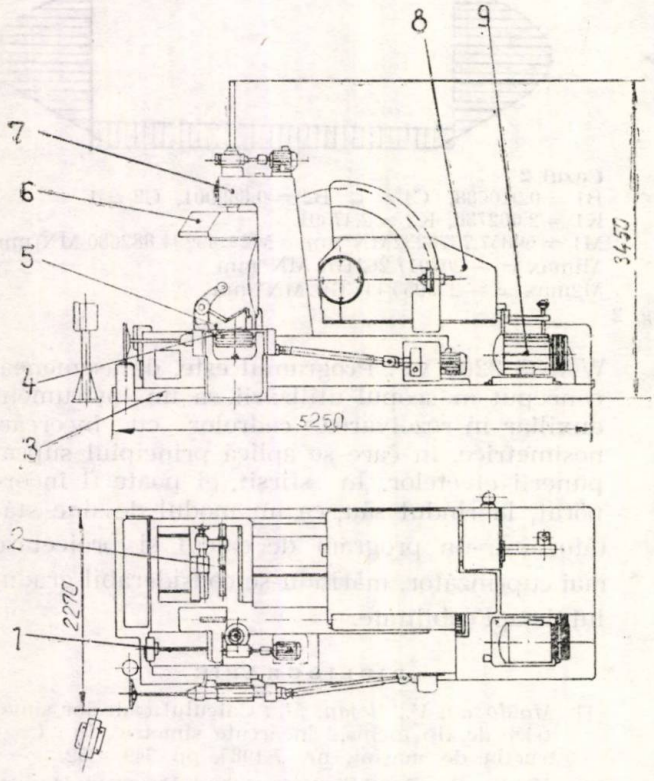
Ferăstrăul circular este un utilaj ce completează gama mașinilor de debitat din parcul de mașini al atelierelor de debitare. Acest utilaj realizează debitări de semifabricate cu diferite configurații : secțiuni rotunde cu diametru pînă la ∅700mm, secțiuni pătrate pînă la 490 mm și diferite profile de secțiuni echivalentă, laminate sau trase.

Datorită faptului că grosimea discului de debitare este de 20 mm, este avantajoasă folosirea mașinii la debitarea semifabricatelor de diametre mari.

Descrierea utilajului

Ferăstrăul circular este compus, în principiu, dintr-un batiu 3 turnat pe care sînt montate subansamblele componente ale mașinii.

Ferăstrăul dispune de un mecanism propriu de alimentare, respectiv de avans material 4, acționat atît manual cît și mecanic. Acest mecanism permite ridicarea și coborîrea semi-



1 Mecanism de strîngere
2 Opritor materiale
3 Batiu
4 Mec. avans material
5 Prismă
6 Mecanism de strîngere
7 Coloană
8 Reductor
9 Antrenare

Fig. 1

fabricatului, astfel ca să se asigure deplasarea lui fără a se lovi de prisma mașinii **5** și fără a se freca de suprafața acesteia.

După depunerea semifabricatului pe prisma sau masa mașinii, se realizează strîngerea lui cu ajutorul unei fălci 6 cu deplasare pe verticală, care se apropie rapid cu ajutorul unui mecanism acționat electric, iar strîngerea propriu-zisă se realizează hidraulic. Mașina are și un mecanism de strîngere orizontală **1**. Se pornește motorul de acționare **9** a discului de debitare, care se apropie de semifabricat cu viteză rapidă.

Înainte de pătrunderea discului in material, se reduce viteza de deplasare pînă la viteza de avans de așchiere, corespunzătoare materialului debitat.

După terminarea debitării discul se scoate din material și cu ajutorul unui limitator de cursă se retrage pînă la poziția de repaus.

Se deschide menghina, se retrage discul pînă la poziția de repaus și se acționează un limitator de cursă, care apoi permite avansarea semifabricatului în fața discului de debitare. Instalația de răcire intră în funcțiune odată cu pornirea motorului principal de acționare a discului. Discul de debitare este protejat de o cuplă de siguranță cu bile, care, la o eventuală suprasarcină, se deschide și acționează un limitator care decuplează motorul principal.

Vitezele de rotație ale discului de debitare, respectiv viteza de așchiere se selectează cu ajutorul motorului principal de acționare.

Acest motor are două viteze (ce se pot cupla de la tabloul de comandă) 3000 și 1500 rot/min, cu ajutorul levierului cutiei de viteze obținîndu-se astfel următoarele viteze (tab. 1).

Se recomandă următoarele valori orientative pentru alegerea vitezelor de așchiere în funcție de calitatea materialului debitat (tab. 2).

Avansul discului de debitare se realizează cu ajutorul unei pompe cu debit variabil, prin intermediul unui dispozitiv de reglare automată. Dispozitivul, prevăzut cu o roată de mînă, permite reglarea avansului discului de debitare prin reglarea debitului. Menținerea avansului, în continuare, se realizează automat, fără a depăși debitul maxim și presiunea reglată.

Descrierea mecanizării

Mașina, prin construcția ei permite mecanizarea alimentării cu semifabricate.

Tabelul 1

Turația motorului electric de acționare	3000 rot/min				1500 rot/min			
Poziția levierului cutiei de viteze	A	B	C	D	A	B	C	D
Turația discului [rot/min]	1,63	3	4,78	6,79	—	1,49	2,39	3,40
Viteza de așchiere	0,17	0,31	0,50	0,71	—	0,15	0,25	0,35

Instalația se compune dintr-un pat de așteptare **2** și un mecanism de alimentare **3**.

Semifabricatul depus pe patul de așteptare se deplasează spre calea cu role a mecanismului de alimentare, cu ajutorul unor sănii acționate de cilindrii hidraulici. Poziționarea semifabricatelor pe axa longitudinală a mecanismului de alimentare se realizează cu ajutorul unor opritoare reglabile **4**.

Tabelul 2

Denumirea materialului	Rezistența la rupere [N/mm²]	Viteza de tăiere [m/sec.]
Oțeluri de construcție	340—450	0,383—0,5
	420—600	0,317—0,383
	600—850	0,192—0,250
Oțeluri de cementare	400—450	0,250—0,317
	450—630	0,192—0,317
	600—750	0,192—0,250
	700—900	0,158—0,250
Oțeluri de îmbunătățire	450—650	0,250—0,317
	600—850	0,192—0,250
	800—950	0,158—0,250
	900—1050	0,158—0,192

Deplasarea semifabricatelor spre menghina mașinii de debitat se realizează prin acționarea rolelor mecanismului de alimentare. În cazul depășirii secțiunii de debitare, piesa se poate retrage prin acționarea în sens invers a motorului de antrenare a mecanismului de alimentare.

După terminarea debitării semifabricatului de pe mecanismul de alimentare, săniile patului de așteptare se retrag cu distanța dintre două semifabricate alăturate și aduc un nou semifabricat pe rolele de alimentare.

La schimbarea diametrului semifabricatelor, se reglează opritoarele cu ajutorul unor manivele, astfel ca noile piese să ajungă pe axa longitudinală a mecanismului de alimentare.

Studiu comparativ

Debitarea semifabricatelor cu diametru mare este avantajoasă deoarece grosimea discului de debitare este de numai 20 mm, ceea ce reduce considerabil pierderea de material, față de alte tehnologii de debitare.

Mașinile de debitat sînt livrate cu un mecanism de alimentare ce asigură sprijinirea semifabricatului și avansarea lui în fața discului de debitare.

Folosindu-se mecanizarea descrisă, se reduce timpul necesar aducerii și poziționării semifabricatului în poziția tehnologică, asigurîndu-se totodată, continuitatea alimentării ferăstrăului prin depunerea mai multor semifabricate pe patul de așteptare; scade, efortul fizic depus de muncitorul ce manevrează instalația și timpul neproductiv al ferăstrăului, ajungîndu-se la o creștere a productivității muncii cu 15—20%.

Mașina de debitat și instalația de alimentare au fost proiectate de I.C..S.I.P.S.C. filiala Cluj-Napoca și se execută de I.U.P.S.R. Iași, fără elemente din import. Instalația se află în fază de omologare la I.P.F.M.G. Drobeta Tr. Severin.

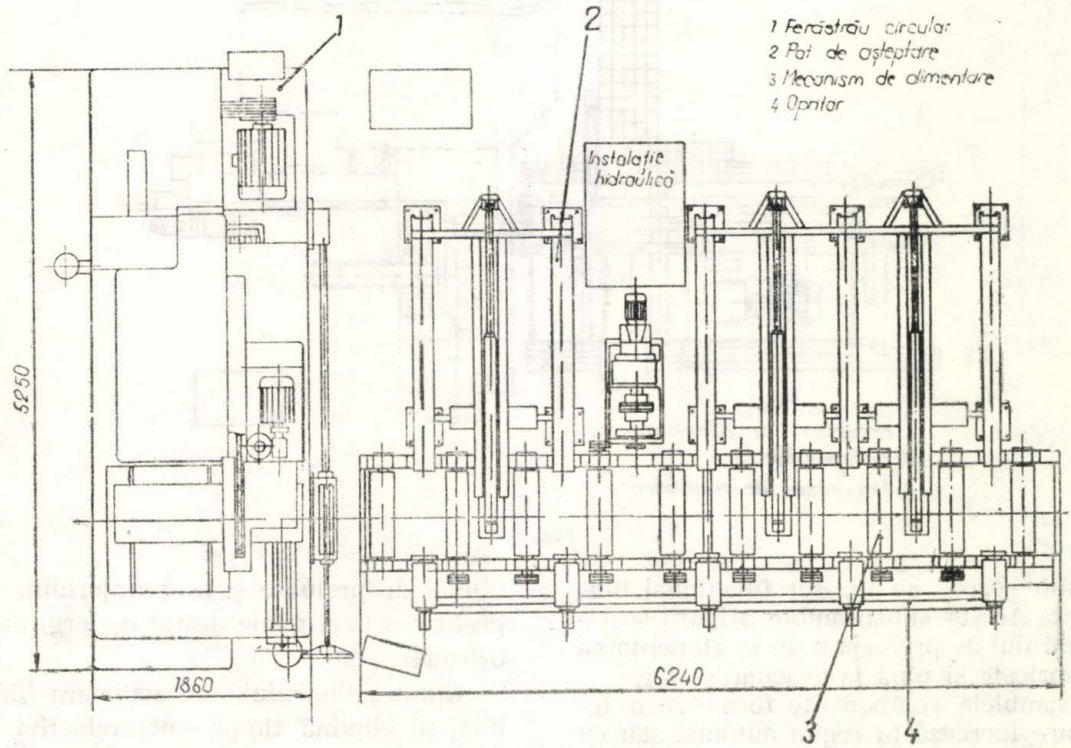


Fig. 2

CZ : 621.738.74

Manipulator pentru laminoare de preforjare

Ing. Emil **DORIANU**, ing. Dan **MĂLĂESCU** — I.C.S.I.T.P.S.C.M. filiala Cluj-Napoca

Manipulatorul, împreună cu mecanismele aferente formează o instalație pentru servirea laminoarelor de preforjare ∅100 mm de tip RW_2 Eumuco, Mecanique & Tehnique și din fabricația R.S.R. Este compus din mai multe subansamble care au un rol funcțional bine determinat. Aceste subansamble asigură servirea laminorului de preforjare de la alimentarea cu semifabricate și pînă la evacuarea lor.

Subansamblele componente formează o instalație care lucrează în regim automat sau cu comandă manuală. Mecanismul de alimentare 1, compus din doi cilindri pneumatici și un sistem special de ghidare, asigură preluarea semifabricatului de la manipulant și transferarea lui în fălcile cleștelui manipulatorului. Acest mecanism, prin posibilitatea de schimbare a pîlniei de preluare și a plunjerului, permite preluarea unei game destul de largi de semifabricate.

Cursa cilindrului de acționare fiind reglabilă, se elimină timpii neproductivi în cazul preluării unor semifabricate mai scurte.

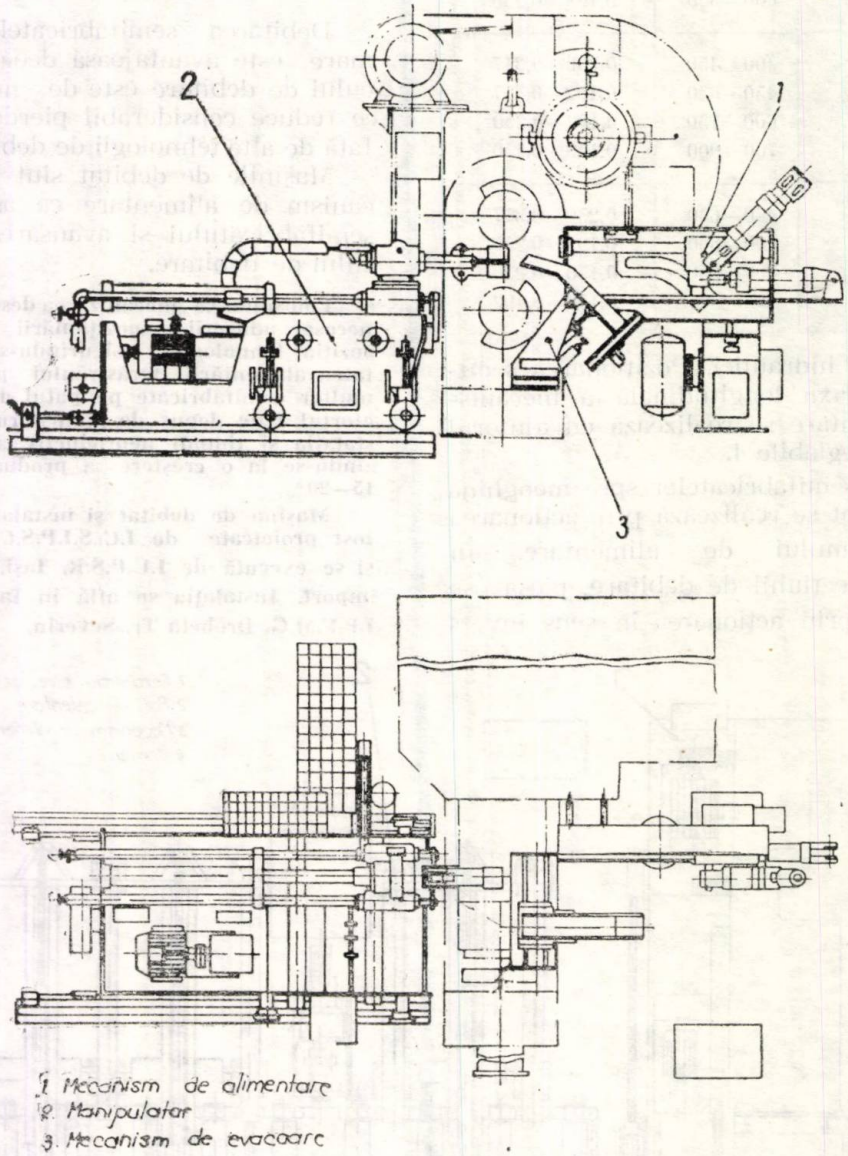


Fig. 1

Prin intermediul mecanismului de alimentare, semifabricatul este transferat în cleștele manipulatorului, fiind prins și fixat între fălcile cleștelui acestuia.

Manipulatorul 2, prin construcția lui, asigură prinderea și deplasarea semifabricatului prin toate calibrele laminorului, în mod automat.

Succesiunea fazelor se realizează cu ajutorul unor limitatori de cursă care comandă desfășurarea operației de laminare. În caz de nevoie, manipulatorul poate roti semifabricatul cu 90° în jurul axei sale.

La terminarea laminării, indiferent de postul în care se întîmplă acest lucru, semifabricatul este cedat unui mecanism de evacuare 3, amplasat de cealaltă parte a cilindrilor laminorului.

Mecanismul de evacuare poate executa mișcări alternative de scuturare care asigură desprinderea semifabricatului dintre cilindrii laminorului, dacă acesta eventual s-ar împăna.

Semifabricatul cade într-un jgheab de unde este cules de manipulatorul instalației, cu ajutorul unui clește, iar cleștele manipulatorului este trimis la poziția inițială de așteptare.

Mecanismul de evacuare se folosește numai pentru piese de maximum 15 kg.

Pentru semifabricatele mai grele, în locul acestui mecanism, se montează o masă fixă de preluare sau o bandă transportoare, în funcție de necesități.

Mecanizarea întregii instalații poate fi extinsă, prin alimentarea mecanizată a pîlniei mecanismului de alimentare, cu ajutorul unei benzi transportoare și un mecanism de poziționare, sau alte soluții.

Întreaga instalație funcționează în regim automat, supravegheată în permanență de un operator, care o va alimenta cu semifabricate și care va prelua semifabricatele după laminare.

Instalația poate fi folosită pentru semifabricate cu o lungime maximă de 800 mm cu diametrul sau latura de maximum 100 mm.

Productivitatea instalației este de 100 buc/oră, semifabricate cu o temperatură de 1200°C.

Pentru laminoarele de preforjare de ∅70 mm, s-a conceput o instalație similară cu caracteristicile tehnice corespunzătoare.

Manipulatoarele sînt în fază de probe și reglaje la Intreprinderea de Autoturisme Pitești. Ele au fost proiectate la I.C.S.I.T.P.S.C., filiala Cluj-Napoca și executate prin autoutilare la I.A. Pitești.

CZ : 621.365.2

Criterii pentru optimizarea consumului de energie la elaborarea oțelului în cuptoare electrice pentru construcția de mașini

Ing. Alexandru **FORJE**, ing. Iulia **FORJE** — ICEMENERG București
Ing. Dumitru **MANEA** — Ministerul Energiei Electrice
Ing. Vasile **VULCU**, ing. Mircea **VLAD**, ing. Maria **MORARIU**
ing. Doina **VLAD** — Intreprinderea „Tractorul" Brașov
Ing. Tiberiu **CÎRSTEA** — Universitatea Brașov

Introducere

În întreprinderile constructoare de mașini o pondere însemnată din totalul operațiilor cu consum de energie o deține elaborarea oțelului în cuptoarele electrice cu arc.

În țările industrializate, elaborarea oțelului constituie un sector cheie al economiei. Nivelul de dezvoltare al acestui sector determină de multe ori gradul de industrializare al unei țări, posibilitatea acesteia de a satisface nevoile în ceea ce privește unul din principalele materiale și, de asemenea, potențialul economic global. Acest sector de bază al economiei este strîns legat de sectoarele utilizatoare ale laminatelor de oțel.

Scara foarte vastă la care se face producția în oțelării, necesitatea aplicării măsurilor severe de protecție a mediului ambiant și natura procedeelor utilizate în elaborarea oțelului au ca efect investițiile inițiale importante în astfel de obiective. Costul total al mini-oțelăriilor electrice este mai puțin important decît al oțelăriilor integrate, dar, cu toate acestea, investițiile specifice în oțelăriile mici sînt, de asemenea, considerabile.

Exigențele referitoare la organizarea producției și controlul procedeelor metalurgice trebuie să fie în consecință foarte severe. O reducere a gradului de utilizare a acestor instalații de mare capacitate, sau o soluție neadecvată de continuitate în ciclul de producție antrenează o creștere a consumului de combustibil și energie, ceea ce duce implicit la creșterea costurilor de producție și a investițiilor inițiale pe tona de oțel produs.

Procedeele utilizate în industria siderurgică se numără printre tehnologiile industriale, cele mai avide de energie. De exemplu, în țările industrializate, 10—15% din consumul de energie primară se regăsește în acest domeniu. Cea mai mare parte din această energie este utilizată sub formă termică, mai mult de jumătate fiind utilizată pentru procesul de topire [1].

Chiar dacă pe ansamblu se constată că la cuptoarele electrice randamentele sînt superioare altor tipuri de cuptoare (nu există pierderi prin gazele arse) și aici există reale posibilități de reducere a consumului de energie.

În acest scop apare interesantă efectuarea unei analize comparative între consumurile de energie realizate într-o oțelărie la care elaborarea oțelului se face în cuptoare cu arc de capacitate mică (1,9 t) și o oțelărie echipată cu cuptoare electrice de mare capacitate (50 t). Analiza s-a efectuat din punct de vedere global, structurată pe ateliere și operații. A fost urmărită interpătrunderea și intercondiționarea acestor consumuri, pornindu-se de la baza tehnico-materială existentă și de la tehnologia de elaborare folosită în prezent.

De mare importanță este, de asemenea, stabilirea unor relații și metode care să permită exprimarea eficienței energetice, tehnologice, economice, precum și a eficienței globale. A fost urmărită elaborarea unor metode de previziune, de estimare cît mai corectă a consumurilor celor mai probabile, pe baza rezultatelor măsurărilor [2].

Analiza consumurilor energetice pentru cele două oțelării

Analiza a fost efectuată în mai multe etape. În prima etapă s-a urmărit :

— structura macrosistemului din punct de vedere energetic și economic ;

— structura fluxului tehnologic, a unității, continuității și ritmicității acestuia (microstructura) ;

— determinarea și structura nodurilor semnificative ;

— prelevarea de date referitoare la consumul de energie electrică pe o perioadă caracteristică de timp, în nodurile determinate.

Pentru a se putea crea o imagine asupra consumului de energie într-o întreprindere constructoare de mașini în care se realizează piese mici și o întreprindere constructoare de mașini grele, în figurile 1 și 2 se prezintă curbele de sarcină activă pentru cele două întreprinderi.

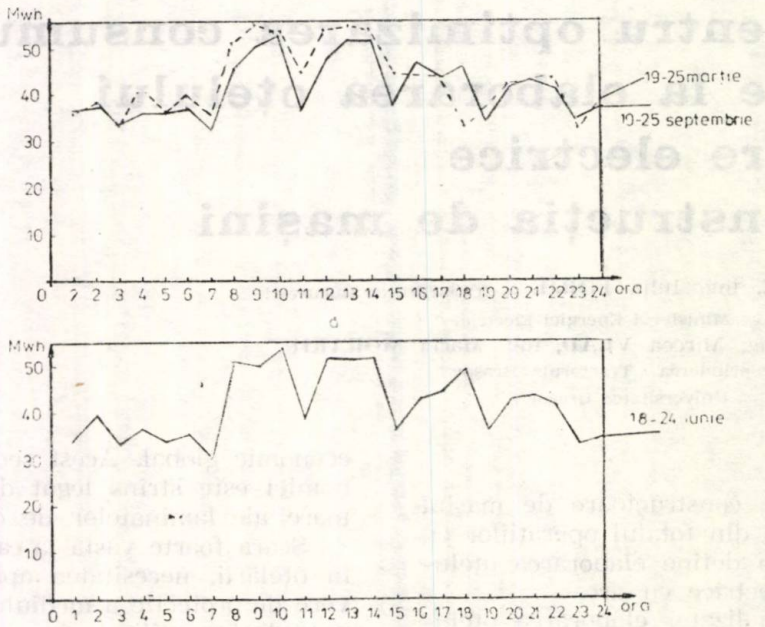


Fig. 1 Curbele de sarcină activă pentru o întreprindere constructoare de mașini în care se realizează piese mici.

Se poate constata diferența mare de consum de energie între cele două întreprinderi considerate.

În cazul întreprinderii în care se realizează piese turnate mici, la care oțelăria este dotată cu cuptoare de capacitate mică (1,9 t), rezultatele măsurărilor au fost centralizate, repartizate pe cele cinci cuptoare ale oțelăriei și cumulate pe toate acestea. Cu ajutorul măsurărilor efectuate, s-a determinat o zi medie de lucru, în care s-au elaborat 30 de șarje. Modul de intrare în funcțiune a cuptoarelor pe parcursul unei zile și energia înregistrată în diferite perioade de timp sînt prezentate în figura 3.

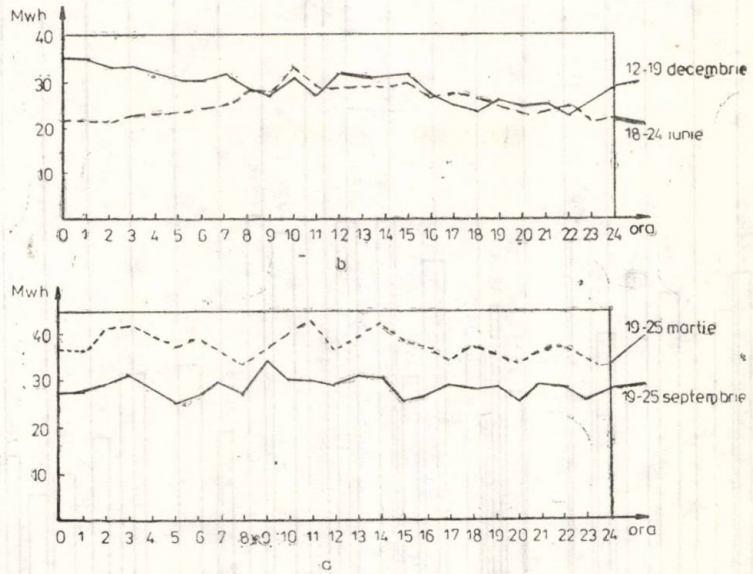


Fig. 2 Curbe de sarcină activă la o întreprindere constructoare de mașini grele în diferite perioade ale anului.

Penru aceeași zi, a fost elaborată figura 4, în care sînt prezentate variabilele independente ale procesului de turnare (masa turnată și timpul).

Din suprapunerea figurilor 3 și 4 reiese că utilizarea energiei se face mult mai puțin ra-

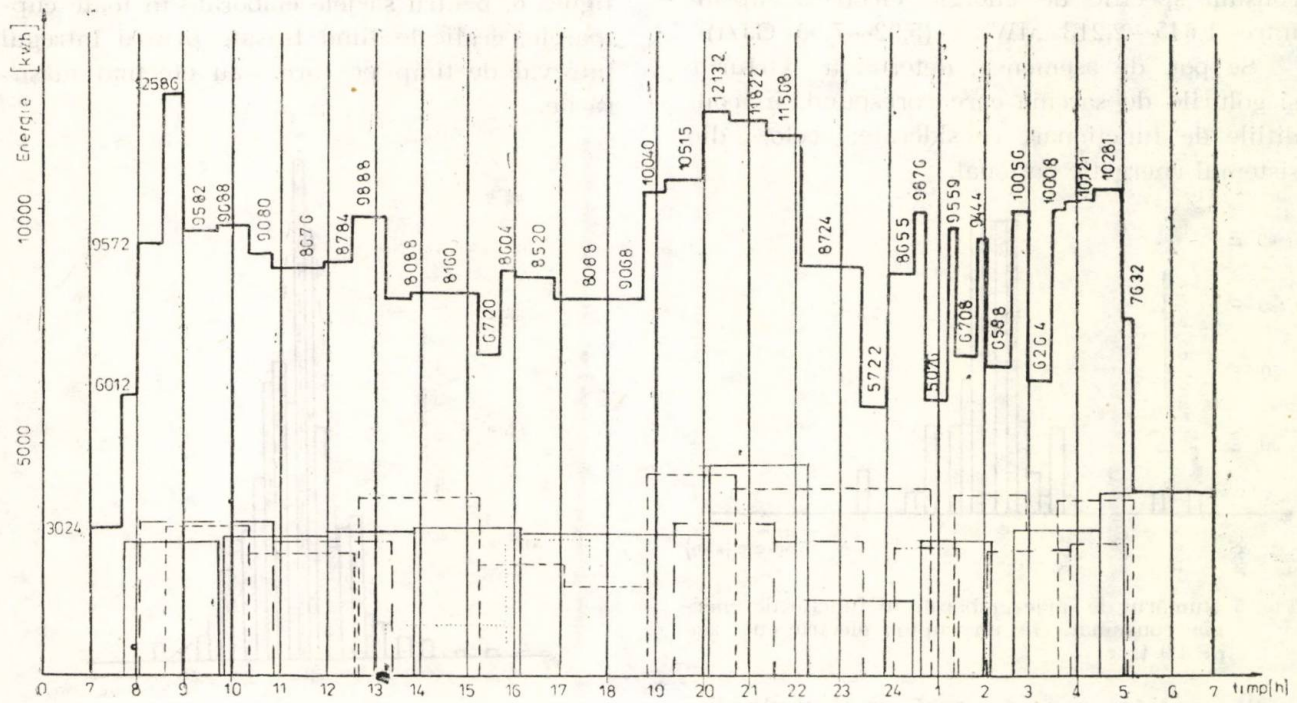


Fig. 3 Evoluția în timp a consumului de energie la o oțelărie dotată cu cuptoare electrice de capacitate mică.

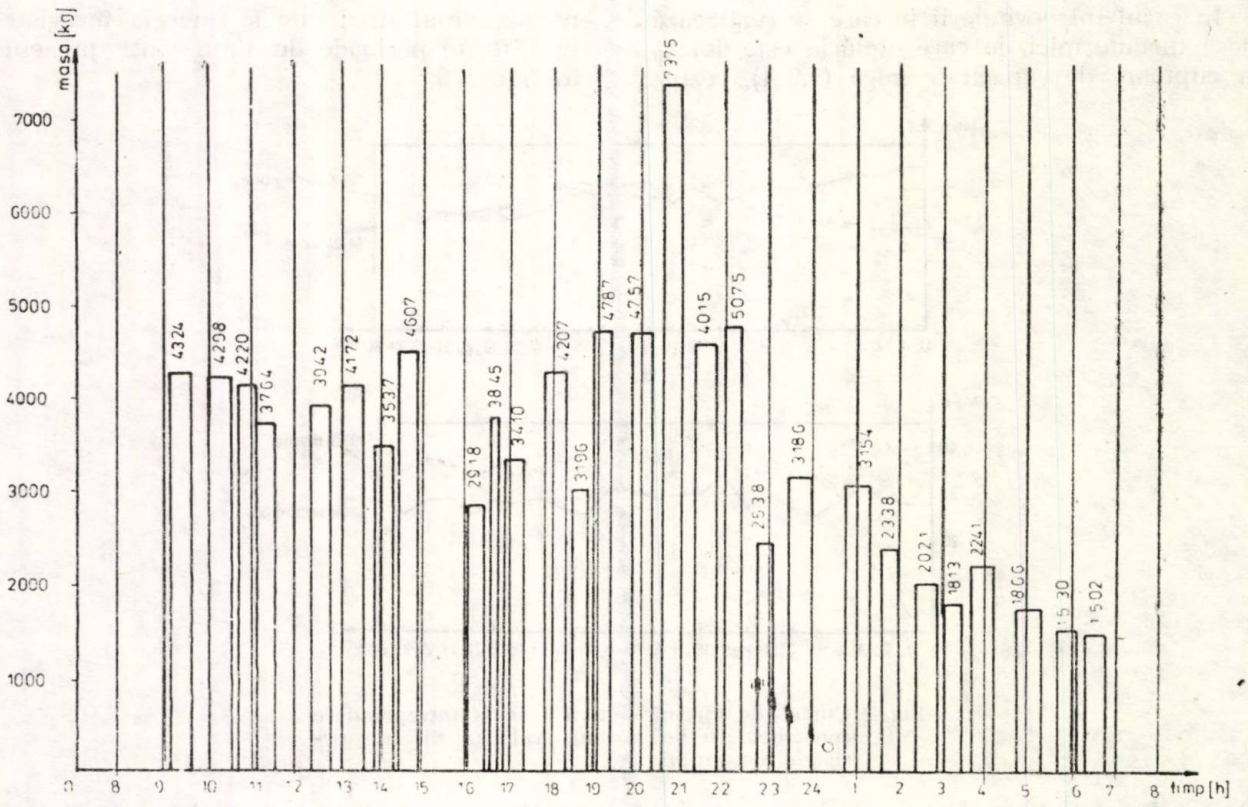


Fig. 4 Cantitatea de oțel elaborată pe durata unei zile, într-o oțelărie dotată cu cuptoare electrice de capacitate mică.

țional în schimbul 3 față de celelalte două schimburi și că oțelul este elaborat cu un consum specific de energie electrică cuprins între 1,645—2,213 MWh/t (5,92—7,96 GJ/t).

Se pot, de asemenea, determina vîrfurile și golurile de sarcină care corespund, în condițiile de funcționare considerate, celor din sistemul energetic național.

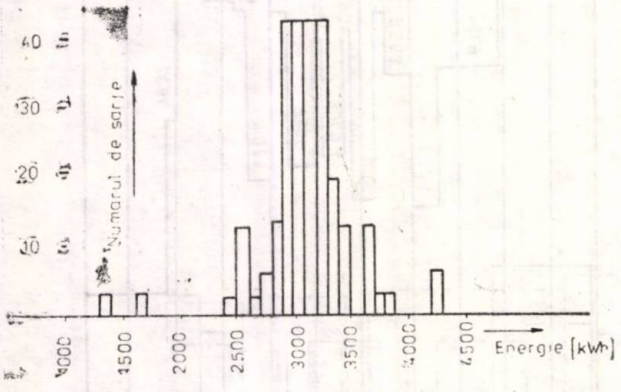


Fig. 5 Numărul de șarje elaborate în funcție de energia consumată la un cuptor electric cu arc de 1,9 t.

În continuare, se trasează graficul de distribuție a numărului de șarje n, în funcție de energia aferentă consumului. Rezultatele măsurărilor sînt prezentate în figura 5, pentru șarjele elaborate la unul dintre cuptoare, și în figura 6, pentru șarjele elaborate în toate cuptoarele, graficele fiind trasate pentru întregul interval de timp pe care s-au efectuat măsurările.

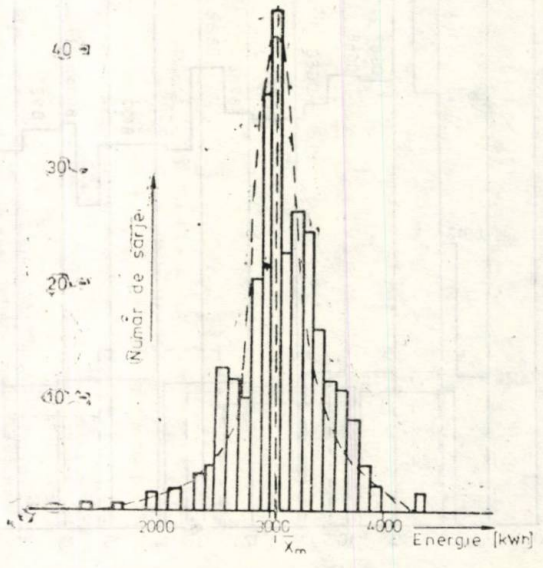


Fig. 6 Numărul de șarje elaborate în cele cinci cuptoare de capacitate mică în funcție de energia consumată.

Se observă că distribuțiile obținute se pot echivala cu distribuția normală. Gauss. În acest caz cu formulele cunoscute se pot calcula mărimile caracteristice :

— valoarea medie :

$$\bar{x}_k = \frac{\sum x_k}{n} \tag{1}$$

— abaterea medie pătratică :

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{\sum x_k^2 - (\sum x_k)^{2/n}}{n-1}} \tag{2}$$

— densitatea de probabilitate :

$$P(x) = \frac{1}{\sigma_k \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x_k - \bar{x}_k}{\sigma_k}\right)^2} \tag{3}$$

— funcția de repartiție :

$$\Phi(x) = \int_{-\infty}^{x_k} \varphi_k dx_k \tag{4}$$

Pentru repartiția din figura 6, mărimile calculate sînt reprezentate în figura 7. Se constată că valoarea medie a energiei consumate este de 3097,676 kWh.

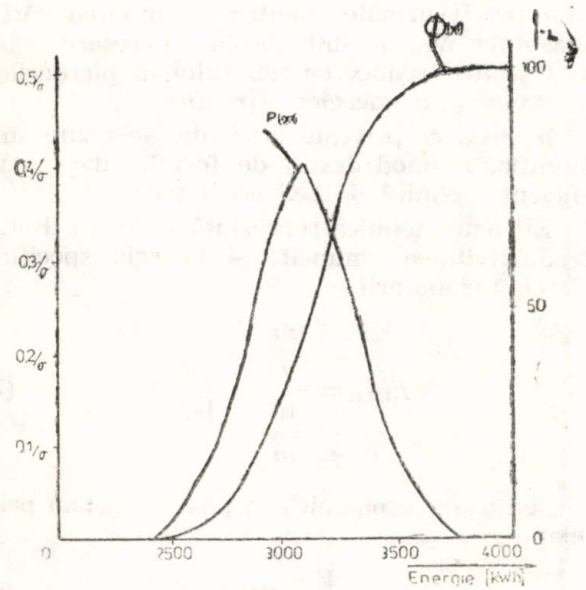


Fig. 7 Densitatea de probabilitate și funcția de repartiție în funcție de energia consumată pentru șarjele elaborate în cele cinci cuptoare de capacitate mică.

În cazul oțelăriei dotate cu cuptoare electrice cu arc, de capacitate mare, au fost — de asemenea — efectuate numeroase măsurări pe două cuptoare de 50 t, în care se elaborează diferite mărci de oțel, și s-au efectuat comparații între 2 șarje elaborate în același cuptor sau în cuptoare diferite, pentru aceeași marcă de oțel, precum și între mărci diferite de oțel.

Spre deosebire de oțelăria dotată cu cuptoare de capacitate mică, la care durata unei șarje era sub o oră, în cazul unei asemenea oțelării, durata unei șarje este cuprinsă între 5—9 ore.

În figura 8 se prezintă evoluția în timp a consumului de energie la un cuptor de capacitate mare, la care în timp de 36 de ore se

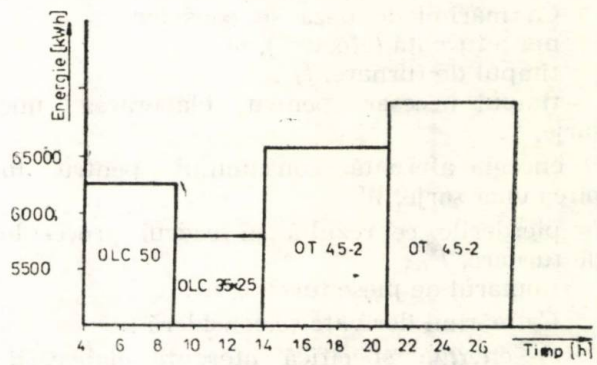


Fig. 8 Evoluția în timp a consumului de energie la un cuptor electric de capacitate mare.

elaborează 4 șarje (3 mărci diferite de oțel). Pentru aceeași zi, în figura 9 se prezintă variația masei de oțel turnate, în funcție de timp.

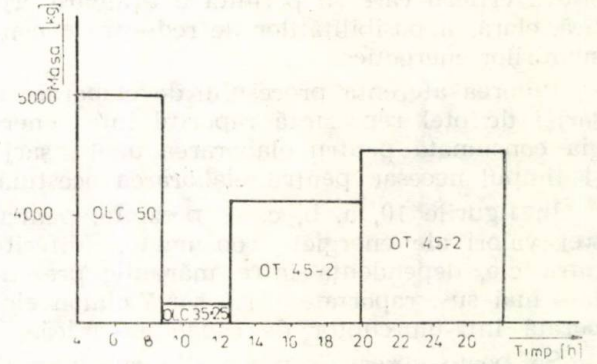


Fig. 9 Cantitatea de oțel elaborată pe durata unei zile într-un cuptor electric de capacitate mare.

Pentru diferitele mărci de oțel, elaborate în cele două cuptoare pentru care s-au efectuat măsurările, se constată o valoare de circa 0,651—0,907 MWh/tona de oțel elaborat (2,34—3,26 GJ/t). Se constată, de la bun început, că în cuptoarele electrice de capacitate mare se obține o mai eficientă utilizare a energiei, consumul specific de energie pe tona de oțel elaborat fiind cu 50% mai mic.

Valorile obținute pentru aceste cuptoare se încadrează în limitele consumului specific de

energie realizat în prezent pe plan mondial (5,116 GJ/t în Finlanda și 8,65 GJ/t în R.P. Ungară) [3].

Criterii pentru determinarea eficienței globale a procesului de turnare

Pentru a putea compara cele două moduri de elaborare a oțelului, în cuptoare mici și mari, este necesară determinarea eficienței globale a procesului de turnare și a modului în care aceasta poate fi influențată.

Ca mărimi de bază se consideră :

masa turnată (efectivă), m;

timpul de turnare, t_t ;

timpul necesar pentru elaborarea unei șarje, t ;

energia aferentă consumului pentru topirea unei șarje, W ;

pierderile ce rezultă în cadrul procesului de turnare, P_t ;

numărul de piese turnate, n_r.

Ca mărimi derivate se consideră :

— energia specifică aferentă elaborării : W/m [kWh/kg] ;

— productivitatea muncii : m/t [Kg/h] ;

— prețul de livrare specific : V/m [lei/Kg];

— puterea aferentă procesului de elaborare : W/t [kWh/h] ;

Toate aceste mărimi au un pronunțat caracter specific și pe baza lor se pot elabora cîteva criterii care să permită o evaluare critică, clară, a posibilităților de reducere a consumurilor energetice.

Puterea aferentă procesului de elaborare a șarjei de oțel reprezintă raportul între energia consumată pentru elaborarea unei șarje și timpul necesar pentru elaborarea acestuia.

În figurile 10, a, b, c, se prezintă, pentru trei valori ale energiei consumate, diferite între ele, dependența între mărimile prezentate mai sus, raportate la o șarjă etalon elaborată într-un cuptor de capacitate mică.

Se poate observa o variație substanțială a timpului și a masei elaborate (fig. 10, a), care determină o productivitate și un consum specific la fel de variat. Semnificativ este faptul că șarjele considerate sînt selectate din toate schimburile. La această energie, variațiile parametrilor $v=P/m$ și $P=W/t$ sînt mici, ceea ce reprezintă un avantaj. În contradicție figurile 10, b și 10, c, determinate pentru alte energii, mai mari decît prima, prezintă variații mari ale masei, la puteri care nu prezintă variații mari (fig. 10, b) și variații mari atît ale vitezei șarjei cît și ale puterii (fig. 10, c).

O discuție mai amănunțită se poate face numai dacă se iau în considerare mai multe șarje. Se pot însă prevedea concluzii interesante sub raportul depistării unei energii proprii pentru fiecare cuptor, optimă, corelată cu o anumită încărcare în timp, care să asigure cvasiconstanța puterii și a vitezei șarjei, parametrii de bază ai unei tehnologii de consum raționale sub raport electric.

Pe baza mărimilor luate în considerare, se pot elabora cîteva relații de calcul care să permită o evaluare critică, clară, a posibilităților de reducere a consumurilor energetice.

Se poate aproxima consumul de energie electrică ca o funcție liniară de cantitatea de metal topită, astfel :

$$W_{cons} = W_k + W_{var} \tag{5}$$

unde :

W_k reprezintă energia cvasiconstantă absorbită, adică energia totală din care se scade energia necesară topirii ;

W_{var} reprezintă partea variabilă a consumului de energie electrică și depinde de cantitatea de metal topită.

$$W_{var} = m\ (1 + r)\ (1 + p_{tt})\, W_{sp} \tag{6}$$

în care :

m este masa de metal topită ;
r este procentul de rebut ;
p_{tt} este procentul de pierderi de turnare ;
W_{sp} este energia medie specifică de turnare.

Se constată că, pe lîngă depistarea căilor care pot fi urmate pentru diminuarea părții constante W_{const}, sînt absolut necesare măsuri pentru reducerea rebutului, a pierderilor de metal și a energiei specifice.

În ceea ce privește eficiența, se poate diferenția, în mod destul de forțat, dar real, eficiența tehnică de cea economică.

Eficiența tehnică reprezintă raportul dintre productivitatea muncii și energia specifică aferentă elaborării.

$$E_{tehn} = \frac{\dfrac{m}{t}}{\dfrac{W}{m}} = \frac{m^2}{Wt} \tag{7}$$

Eficiența pur economică se poate exprima prin relația :

$$E_{ec} = \frac{V}{m} \quad [\text{lei/Kg}] \tag{8}$$

Folosirea separată a acestor indicatori, corelarea lor, iar nu „integrarea", poate duce la creșterea prețului pe unitatea de metal.

Importantă este însă eficiența globală, descrisă prin relația :

$$E_g = E_{tehn} \cdot E_{ec} = \frac{mV}{Wt} \tag{9}$$

Relația (9) arată că se poate realiza creșterea eficienței și în condițiile reducerii masei, timp". Această mărime caracterizează atît procesele tehnice cît și pe cele economice.

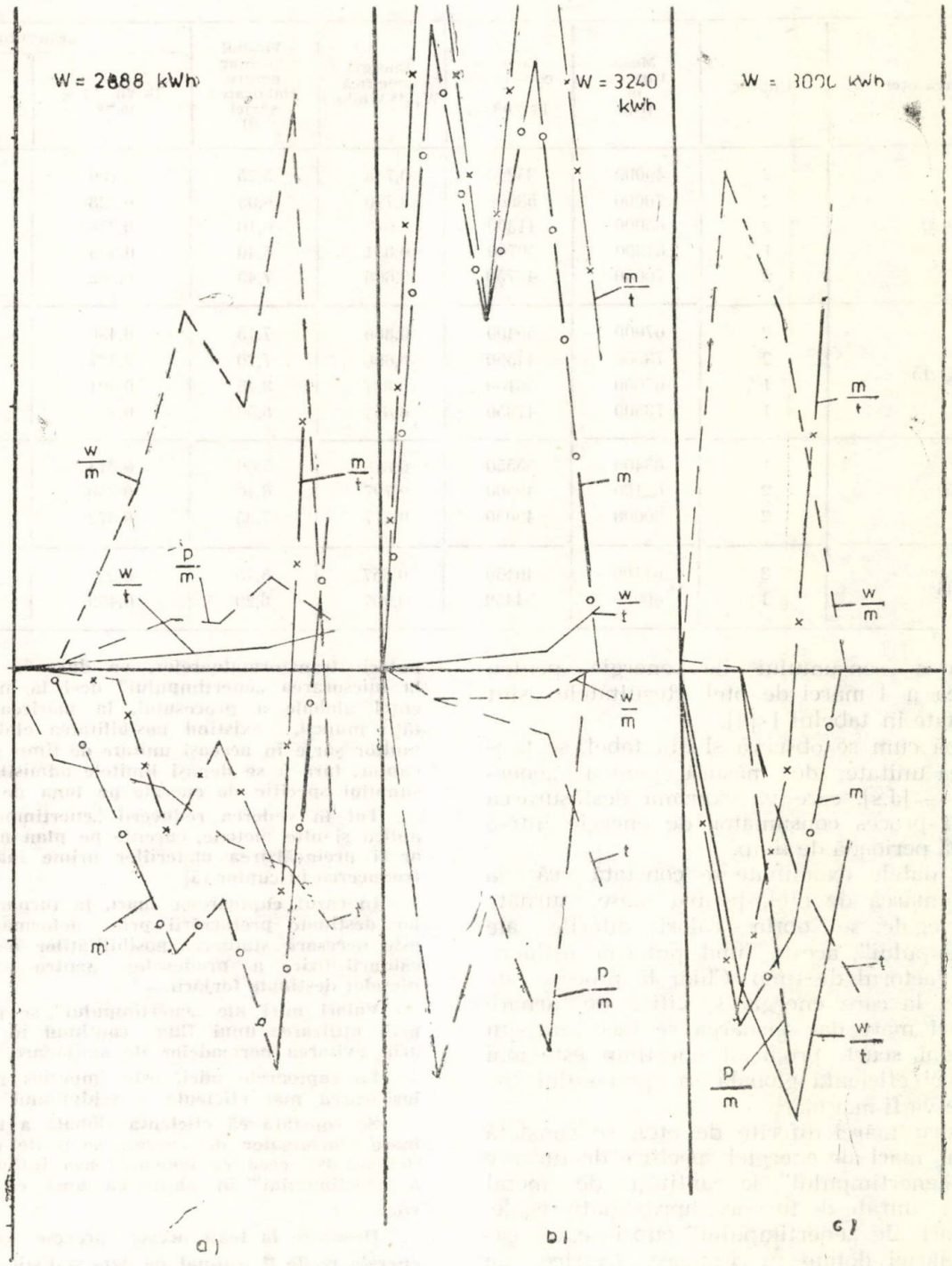


Fig. 10 Variația mărimilor de bază și a mărimilor derivate ce caracterizează procesul de elaborare a șarjei într-un cuptor electric cu arc pentru valori diferite ale energiei consumate.

corespunzător cu înglobarea ei în piese de complexitate sporită. În această relație se observă prezența la numitor a produsului $W \cdot t$, pe care vom conveni să-l numim „enertimpului". Atingerea unei eficiențe mai mari presupune în mod necesar reducerea „enertimpului".

Luînd în considerare două cuptoare electrice de 50 t (nr. 1 și 2), s-a urmărit evoluția

Evoluția „enertimpului" la elaborarea diferitelor mărci de oțel în două cuptoare de 50 t

Tabelul 1

Marcă oțel	Cuptor	Masă turnată m [Kg]	Energia consumată W [kWh/Kg]	Energia specifică W_{sp} [kWh/kg]	Timpul necesar pentru elaborarea șarjei [h]	„Enertimp" [kWh h] $\times 10^{-6}$	„Enertimp" [Js] $\times 10^{12}$
OT 45—2	2	49000	35200	0,718	5,25	0,190	2.462
	2	70000	53900	0,770	6,05	0,328	4,251
	2	65000	41800	0,643	6,10	0,258	3,344
	1	61000	50700	0,831	6,40	0,338	4,380
	2	70000	46750	0,668	7,45	0,362	4,691
85 V C 15	2	67000	59400	0,886	7,15	0,430	5,573
	2	73500	44550	0,606	7,20	0,327	4,248
	1	67000	56100	0,837	8,45	0,491	6,363
	1	73500	47850	0,651	8,50	0,422	5,469
OLC 50	1	63400	55550	0,876	5,60	0,314	4,069
	2	62100	49500	0,797	6,40	0,330	4,277
	2	60000	49050	0,817	7,35	0,372	4,821
OLC 45	2	61100	40150	0,657	5,40	0,227	2,942
	1	60000	54450	0,907	8,20	0,453	5,871

în timp a consumului de energie pentru turnarea a 4 mărci de oțel. Rezultatele sînt prezentate în tabelul 1 [4].

După cum se observă și din tabel, se propune ca unitate de măsură pentru „enertimp" — [J.s], care va exprima desfășurarea oricărui proces consumator de energie într-o anumită perioadă de timp.

Din datele examinate se constată că la aceeași marcă de oțel, pentru mase turnate efectiv egale, se obțin valori diferite ale „enertimpului", acesta fiind puternic influențat de factorul de timp. Chiar la procese de turnare, la care energia specifică de turnare este mai mare dar turnarea se face într-un timp mai scurt, produsul enertimp este mai mic, deci eficiența globală a procesului de turnare va fi mai mare.

Pentru mărci diferite de oțel, se constată variații mari ale energiei specifice de turnare și ale „enertimpului", la cantități de metal turnat și durate de turnare, aproximativ egale.

Valori ale „enertimpului" cuprinse, în cazul oțelăriei dotate cu cuptoare electrice de capacitate mare, între $2{,}5.10^{12}$ — $6{,}4.10^{12}$ Js duc la procese de elaborare a oțelului cu energii specifice elaborării cuprinse în limitele curente realizate în prezent pe plan mondial.

Concluzii

O creștere în continuare a energiei consumate, cu reducerea corespunzătoare a timpului de elaborare a șarjei, lucru ce se poate obține prin mărirea puterii transformatoarelor, va duce în continuare la micșorarea „enertimpului" deci la mărirea eficienței globale a procesului, la mărirea productivității muncii, existînd posibilitatea elaborării mai multor șarje în aceeași unitate de timp și cu același cuptor, fără a se depăși limitele admisibile ale consumului specific de energie pe tona de oțel.

Tot în vederea reducerii „enertimpului" se pot aplica și alte metode, curente pe plan mondial, cum ar fi preîncălzirea materiilor prime înainte de introducerea în cuptor [5].

În cazul cuptoarelor mari, la turnarea lingourilor destinate prelucrării prin deformare plastică, este necesară studierea posibilităților de utilizare a căldurii fizice a produselor pentru preîncălzirea pieselor destinate forjării.

Valori mici ale „enertimpului" se pot obține și prin utilizarea unui flux continuu în prelucrare, prin evitarea perioadelor de staționare.

La cuptoarele mici, este imperios necesară valorificarea mai eficientă a schimbului trei.

Se constată că eficiența globală a unui proces mare consumator de energie se poate exprima în [lei. Kg/Js], ceea ce demonstrează influența majoră a „enertimpului" în obținerea unei eficiențe sporite.

Deoarece la toate aceste procese consumul de energie poate fi estimat pe date statistice, la elaborarea oțelului acestea pot fi preluate cu ajutorul unui microcalculator legat printr-o interfață corespunzătoare la proces. O astfel de interfață o constituie sistemul „EGOPEC" realizat de ICEMENERG.

Rezultatele prezentate nu au pretenția de a fi acoperit tot domeniul de utilizare, fiind necesară elaborarea în continuare a unor studii de optimizare complexă a proceselor de turnare, pe baza „enertimpului".

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x: Economies d'energie en fonderie, Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, Paris, Franța, 1985.

[2] *Forje, Al., Pop, M., Manea, D. ș.a.:* Criterii privind dimensionarea energetică a ansamblului fenomenelor fizice întrunite într-un proces tehnologic industrial, In: Energetica, nr. 8, aug. 1986, p. 237—242.

[3] x x x: Stratégie d'utilisation de l'énergie dans l'industrie sidérurgique, Commission Economique pour l'Europe, ECE STEEL/41, New York, S.U.A., 1983.

[4] *Forje, Al., Pop, M., Manea, D. ș.a.:* Analiza comparativă a consumurilor de energie la două oțelării echipate cu cuptoare electrice și stabilirea unor criterii de evaluare a eficienței procesului de elaborare, Sesiunea de comunicări tehnico-științifice I.M.G.B. București, 27—28 iunie 1986, I. 4.

[5] x x x: Guide pratique de l'énergie dans l'entreprise, Association technique pour les économies d'énergie, Paris, Franța, 1984.

CZ: 338.062.214; 621.974

Modernizarea ciocanelor matrițoare cu dublu efect, acționate cu aer sau abur

Ing. Ilarie **CONESCU**, ing. Horia **PUIUȚ**, ing. Ștefan **NEDELCU** I.C.S.I.T.P.S.C.M. București

Introducere

Economisirea de combustibil pe plan național impune ca necesară modernizarea marilor consumatori de energie, în vederea reducerii consumului.

În industria construcțiilor de mașini, printre consumatorii de energie, sînt și ciocanele matrițoare cu dublu efect acționte cu abur sau aer.

Modernizarea ciocanelor matrițoare cu dublu efect, din fabricația curentă, existente în în producție, în scopul enunțat, dar fără micșorarea parametrilor tehnici ai acestora, se poate face prin înlocuirea sistemului pneumatic de acționare, cu un nou sistem de acționare electrohidraulică, cu cît mai puține implicații asupra restului componentelor ciocanelor, refolosind părțile grele (șabote, montanți etc.).

Analiza comparativă între ciocanele matrițoare acționate cu aer sau abur și cele acționate hidraulic

Acționarea electrohidraulică a fost cunoscută și realizată cu circa trei decenii în urmă, dar nu a cunoscut o răspîndire rapidă, datorită faptului, că multă vreme energia a fost la discreție și foarte ieftină, iar costurile de investiție și întreținere a ciocanelor pneumatice-sensibil mai reduse.

În conjunctura actuală, cînd economia de energie a devenit factor determinant în economia națională și mondială și ținînd cont și de progresele în tehnologia acționărilor electrohidraulice, se impune introducerea acestui tip de acționare și la ciocanele matrițoare din producția indigenă, prin asimilarea de module tipizate corespunzătoare gamei din STAS 11729.

Renumita firmă constructoare de ciocane matrițoare „LASCO" a făcut un bilanț energetic de unde rezultă că energia utilizată pentru acționarea unui ciocan pneumatic poate asigura funcționarea a patru ciocane acționate electrohidraulic, de aceleași dimensiuni și puteri (fig. 1).

Pentru fundamentarea oportunității schimbării sistemului de acționare propus, se prezintă diagramele Sankay pentru ambele sisteme de acționare, întocmite pe bază de date

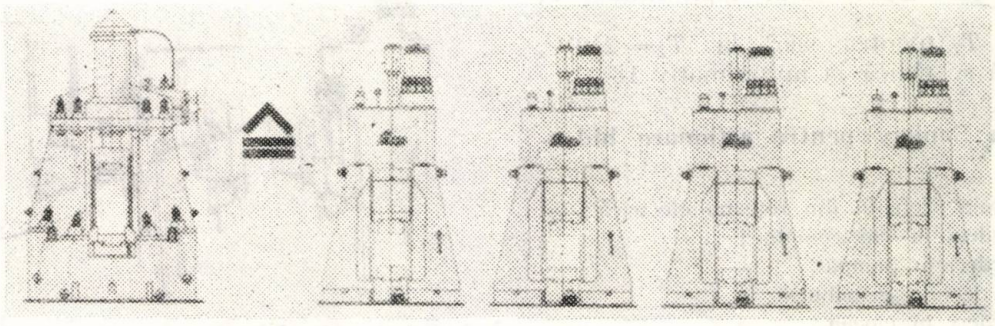


Fig. 1

culese atît din literatura de specialitate [1, 2], cît și din date experimentale ale constructorilor de ciocane [3, 4].

Diagrama Sankay pentru acționare cu abur comprimat

E_0 — energia preluată din rețeaua electrică ;
T — aport energie termică în cazul supraîncălzirii aerului ;
P_t — pierderi de căldură ;
P_e — pierderi în electromotoare ;
P_{CM} — pierderi în compresoare ;
P_l — pierderi în elementele stației de compresoare ;
P_l — pierderi în elementele de legătură la ciocane ;
P_c — pierderi în ciocan ;
E_1 — energia dezvoltată în ciocanul acționat cu aer rece ;
E_2 — aportul de energie datorat aerului supraîncălzit ;
$E = E_1 + E_2$ — energia totală dezvoltată în ciocanul acționat cu aer cald (200 . . . 250°C).

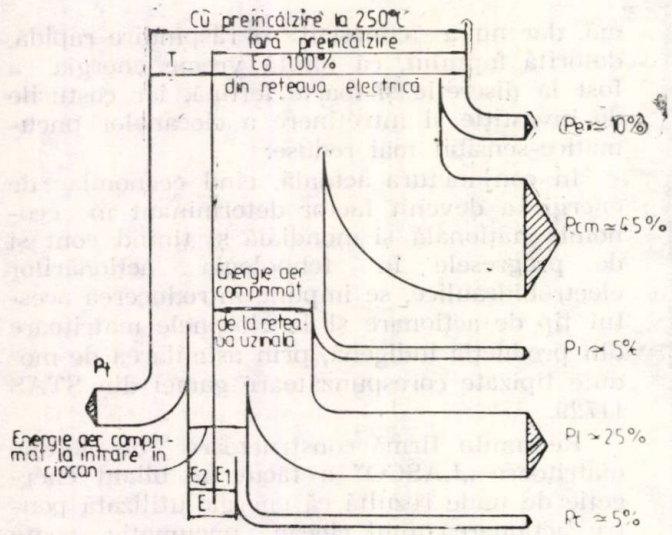


Fig. 2 Diagrama Sankay pentru acționare cu aer comprimat.

Din diagramă rezultă că energia utilă transmisă la piesă reprezintă circa 10% din energia electrică preluată de la rețea, în cazul aerului comprimat rece (temp. T_1) și mai mare în raportul $\frac{T_2}{T_1}$, în cazul aerului supraîncălzit la temperatura T_2 (pentru aer la $T_2 = 250$°C, energia utilă se ridică la aproximativ 18%).

Diagrama Sankay pentru acționare hidraulică

E_0 — energia preluată din rețeaua electrică ;
P_e — pierderi în electromotor ;
P_p — pierderi în pompă ;
P_d — pierderi în distribuție ;
P_c — pierderi în ciocan ;
E — energia dezvoltată de ciocan.

Din această diagramă rezultă că energia utilă transmisă la piesă reprezintă circa 40% din energia preluată din rețeaua electrică,

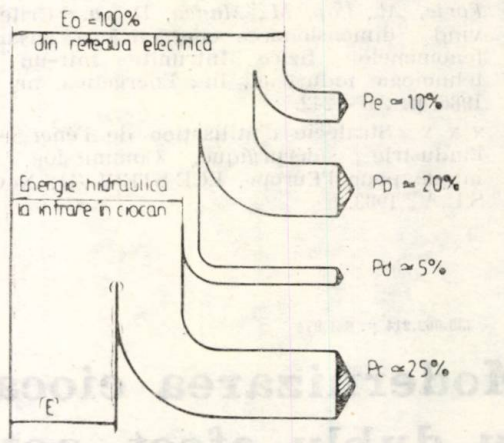


Fig. 3 Diagrama Sankay pentru acționare hidraulică.

adică un consum de energie primară de circa 4 ori mai mic, față de ciocanul pneumatic echivalent alimentat cu aer rece și de circa 3 ori mai mic față de cazul alimentării cu aer la 250°C.

Avantajele acționării electrohidraulice a ciocanelor matrițoare cu dublu efect sînt următoarele :

— consumuri energetice mici (economie de energie electrică) ;

— posibilități de dotare cu comenzi electrice și, prin aceasta, posibilitatea de dozare a puterii și a frecvenței de lovire, cît și posibilitatea de programare a numărului de lovituri pe piesă ;

— indiferent de rețeaua de aer sau abur, ciocanul hidraulic poate fi montat oriunde, fără a fi nevoie de instalații de aer comprimat;

— nu sînt necesare cheltuieli în plus pentru executarea și lărgirea rețelelor de presiune și a instalației de țevi ;

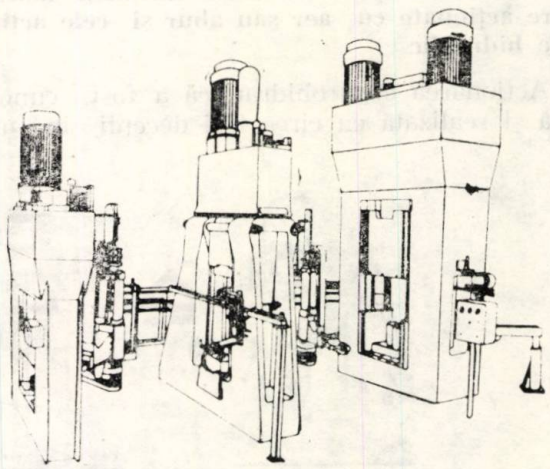


Fig. 4 O linie tehnologică automatizată presă-ciocan-presă.

— posibilități de integrare într-un flux tehnologic complet automatizat (fig. 4), datorat următoarelor cauze :

— dotare cu extractor hidraulic (fig. 5) ;

— controlul exact al loviturilor, atît ca număr, cît și ca energie.

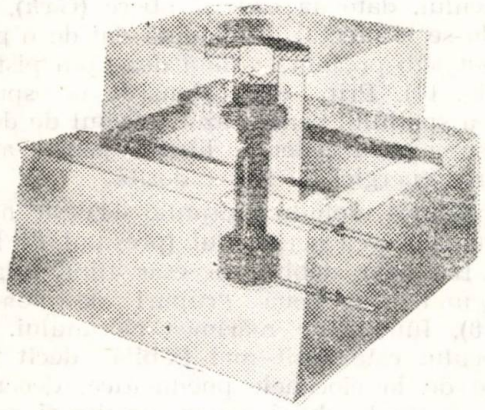


Fig. 5 Extractor hidraulic în port-matriță.

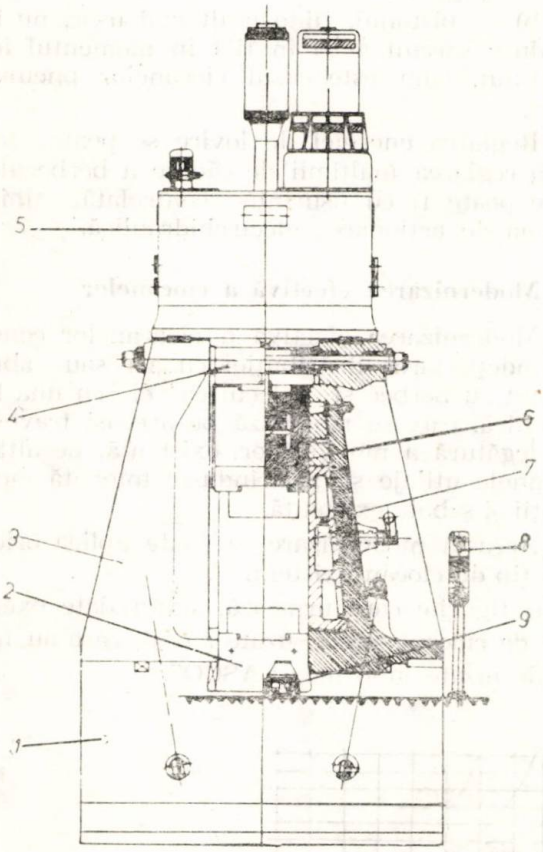


Fig. 6 Ciocan matrițor cu acționare hidraulică — vedere generală

1 — șabotă ; 2 — port-matriță cu extractor ; 3 — montant ; 4 — placă ancorare (traversă) ; 5 — grup hidraulic ; 6 — berbec ; 7 — ghidaj; 8 — pupitru electric ; 9 — pedale de acționare.

Detalii constructive și de principiu specifice ciocanelor cu acționare hidraulică

Ciocanul acționat hidraulic (fig. 6) seamănă, în principal, cu ciocanele matrițoare cu dublu efect, acționate pneumatic și este compus din:

— batiul construit din șabotă, montanți și traversă ;

— ghidajele pentru berbec, reglabile ;

— dispozitiv de asigurare a berbecului, în vederea reglajelor ;

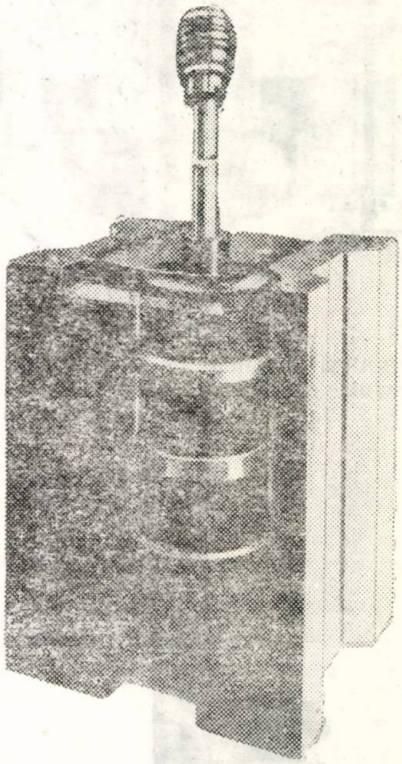


Fig. 7 Ansamblul berbec-tijă-piston la ciocanele cu acționare hidraulică.

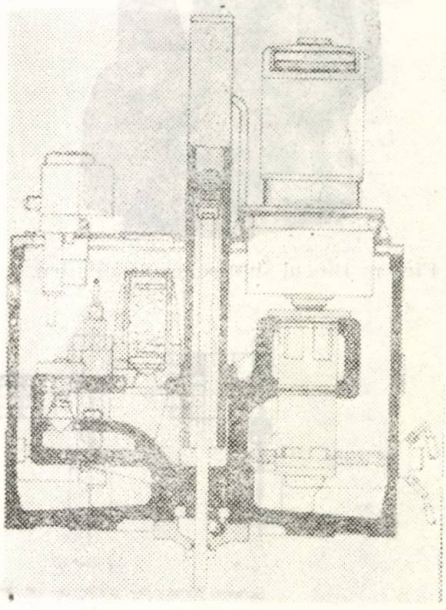


Fig. 8 Grupul hidraulic.

— tijă subțire prinsă elastic în berbec (fig. 7) ;

— grupul hidraulic (fig. 8 și 9) montat deasupra ; în cadrul grupului este cuprins blocul cu cilindru și supape (fig. 10) ;

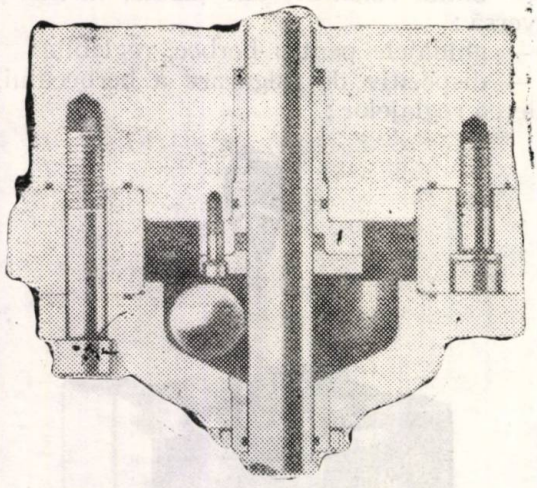


Fig. 9 Presetupă și ghidaj de securitate la tija pistonului.

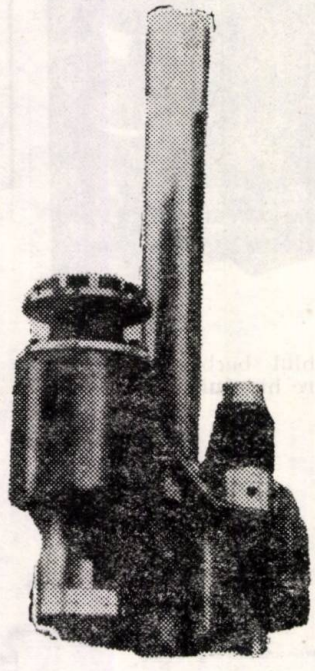


Fig. 10 Blocul supapelor cu cilindru.

— extractor hidraulic (fig. 5) — montat în portmatriță ;

— pupitru electric de comandă și pedale pentru comandă.

Principiul de funcționare

Energia de lovire este dată de greutatea berbecului, datorită căderii libere (Gxh), adăugîndu-se și efectul de detentă dat de o pernă de azot sub presiune, aflată deasupra pistonului (fig. 11). Prin dimensionarea corespunzătoare a spațiului pentru azot, efectul de detentă însumat cu căderea liberă poate atinge valoarea energiei de lovire dorită.

Presiunea uleiului hidraulic servește numai pentru ridicarea berbecului (presiuni de lucru 70 . . . 160 bar), debitul necesar fiind asigurat de la unul sau două grupuri de pompare (fig. 8), funcție de mărimea ciocanului. Tija berbecului este mult mai fiabilă decît tijele groase de la ciocanele pneumatice, deoarece :

a) — fiind subțiri, devin elastice și practic insensibile la forjări cu sarcini excentrice ; aceasta și datorită unei prinderi elastice în berbec (fig. 7) ;

b) — pistonul, fiind mult mai ușor, nu introduce sarcini mari în tijă în momentul impactului, cum este cazul ciocanelor pneumatice ;

Reglarea energiei de lovire se poate face prin reglarea înălțimii de cădere a berbecului, care poate fi cu ușurință controlată, ținînd seama de acționarea electrohidraulică.

Modernizarea efectivă a ciocanelor

Modernizarea efectivă a cioacanelor constă în îndepărtarea distribuției cu aer sau abur, cu tot cu berbec și înlocuirea ei cu una hidraulică, care se montează pe aceeași traversă de legătură a montanților, existentă, de altfel, la unele utilaje și, păstrîndu-se totodată montanții și șabota existentă.

Această modernizare se poate aplica oricărui tip de ciocan existent.

În figurile care urmează, sînt redate exemple de ciocane vechi, uzate moral, care au fost modernizate în firma „LASCO".

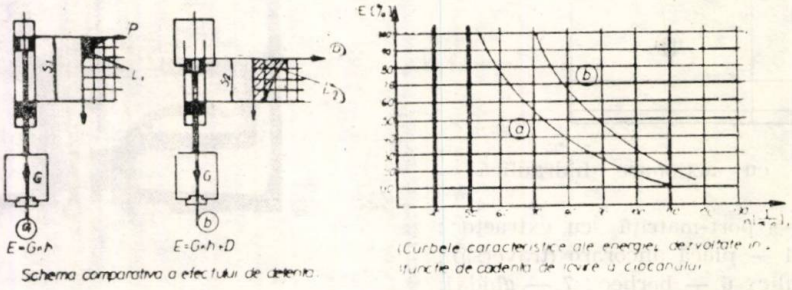


Fig. 11 Scheme comparative ale sistemelor de lovire.

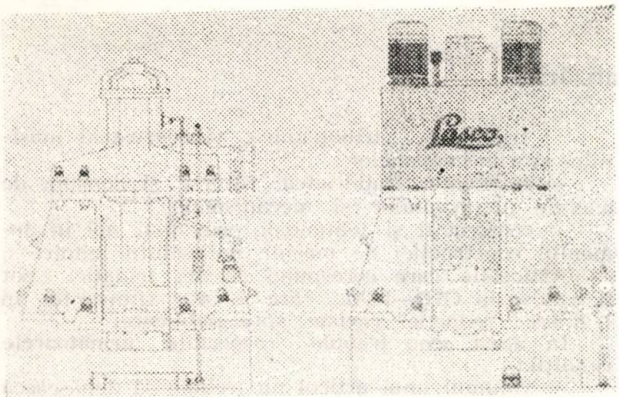


Fig. 12 Ciocan pneumatic tip MPM-HUTA ZIGMUNT de 3150 kgf. m — modernizat.

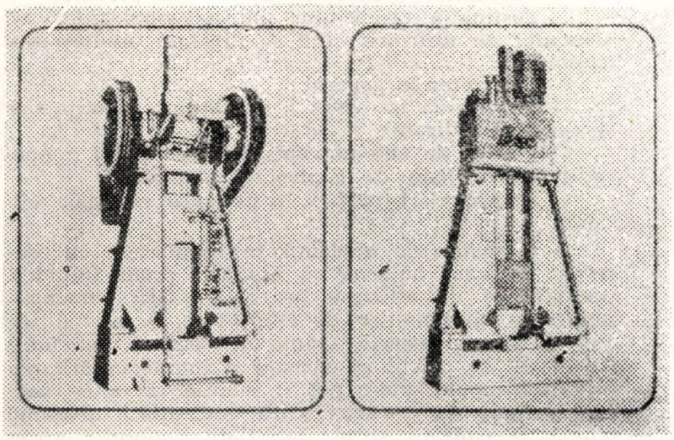


Fig. 13 Ciocan cu scîndură de aproximativ 3000 kgf. m energie de lucru — modernizat.

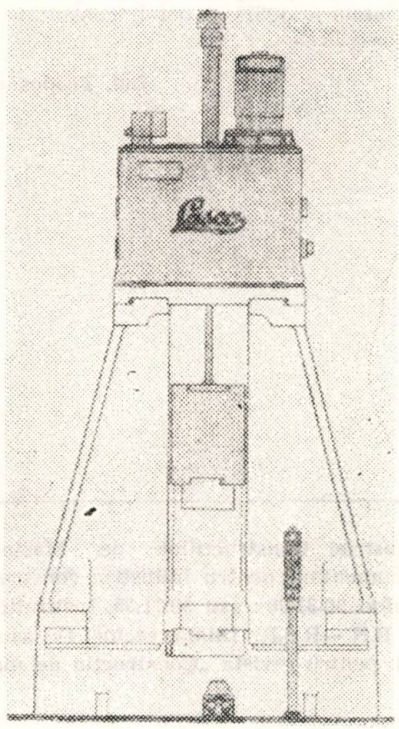


Fig. 14 Ciocan cu scîndură modernizat, cu energie de lucru de circa 4000 kgf. m.

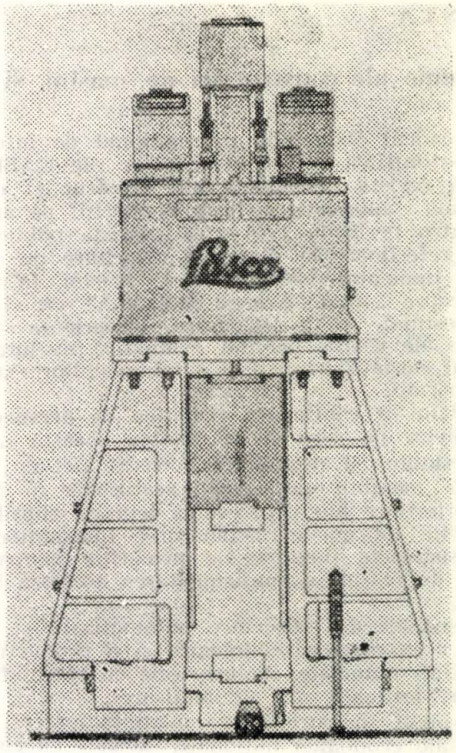


Fig. 15 Ciocan pneumatic tip ERIE, modernizat, cu energie de lucru de circa 12.500 kgf. m.

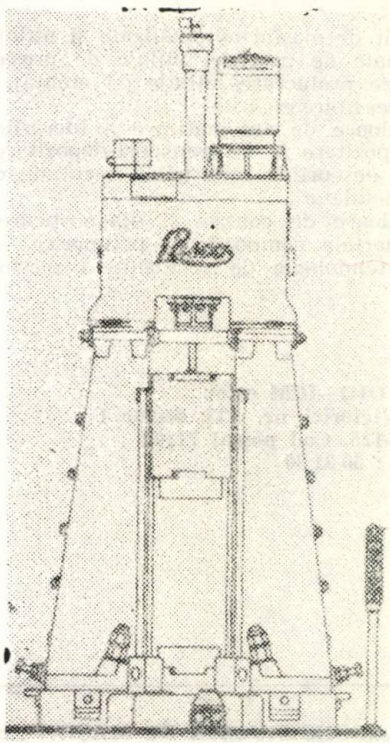


Fig. 16 Ciocan cu curea, cu energie de lucru de 4000 kgf. m — modernizat.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Moldovan, V., Maniu, A.:* Utilaje pentru deformări plastice, Editura didactică și pedagogică, București, 1982.

[2] *Gube, G.:* Schmiedehämmer, Berlin, VEB, Verlag Technik, 1960.

[3, 4] x x x: Firma LASCO (R.F.G.) — prospecte.

„Probleme ale construcției de mașini și ale automatizării"

În cadrul Sistemului internațional de informare tehnico-științifică al țărilor membre ale CAER, se editează revista „Probleme ale construcției de mașini și ale automatizării", cu 6 apariții pe an.

Pentru perioada 1986—1990, revista publică materiale referitoare la direcțiile prioritare de colaborare în domeniul construcției de mașini, în primul rînd despre „automatizarea complexă", cît și materiale destinate să popularizeze experiența țărilor membre ale CAER privind evaluarea nivelului tehnic și al calității tehnicii și a tehnologiilor elaborate în colaborare.

Redăm în continuare **tematica de perspectivă** a materialelor pe care le va publica această revistă :

— stadiul și dezvoltarea construcției de mașini în țările membre ale CAER, realizările în problemele prioritare ale progresului tehnico-științific în construcția de mașini, colaborarea internațională ;

— sistemele flexibile de producție pentru construcția de mașini și implementarea acestora în economie ;

— sisteme de proiectare automatizată și de comandă a proceselor tehnologice și a producțiilor ;

— linii automate, inclusiv cele cu rotor și rotor-conveier, mijloace de automatizare ;

— roboți industriali și manipulatoare pentru ramuri ale economiei naționale, inclusiv cu elemente de adaptare și inteligență artificială ;

— metode de evaluare a nivelului tehnic și a calității produselor și tehnologiilor din construcția de mașini ;

— serii de mașini automatizate și utilaje (pentru piese turnate de precizie, utilaje de presare-forjare și centre de prelucrare, utilaje de montaj, încărcare prin sudare, lipire etc.) ;

— mijloace de automatizare a lucrărilor de încărcare-depozitare și de transport-depozitare și a îndepărtării deșeurilor industriale rezultate după prelucrarea metalelor ;

— mijloace de control și diagnosticare tehnică;

— materiale compozite și polimerice, aliaje, ceramice și tehnologia de producție a acestora ;

— tribologia, tribotehnica, vibroacustica mașinilor și a mecanismelor ;

— rezistența, fiabilitatea, resurse și consum de energie al mașinilor și mecanismelor ;

— construcții și tehnologii principial noi în domeniul construcției de mașini, noi soluții tehnice.

Articolele care corespund acestei tematici pot fi trimise la OID—ICM, care le va transmite în U.R.S.S. redacției revistei spre publicare.

În acest scop trebuie respectate **următoarele condiții :**

— volumul unui articol nu trebuie să depășească 12 pag. de text dactilografiat la 2 rînduri, cu figuri ;

— un exemplar va fi în limba română și două exemplare, în limba rusă ;

— conținutul articolului trebuie să prezinte :

— destinația produsului sau a tehnologiilor și domeniul de utilizare, cînd se prezintă produse sau tehnologii ;

— descrierea în general ;

— descrierea pe scurt a operațiilor, a utilajelor și a dotării utilizate ;

— gradul de automatizare și mecanizare a operațiilor principale, de control și auxiliare ;

— recomandări privind o utilizare cît mai eficientă ;

— indicatori de eficiență, în comparație cu procesele utilizate anterior și anume : productivitatea, posibilitatea de utilizare în regim „fără personal", reducerea cheltuielilor de exploatare, economia de materii prime, energie, volum de muncă, eficiența fizică sau de calcul ca urmare a implementării, suprafața ocupată, etc. ; pot fi incluse și alte date suplimentare ce caracterizează indicatorii nivelului tehnic, ai calității și ai fiabilității noului proces tehnologic descris.

Menționăm că această publicație a sosit de la numărul 1 la 12 (începînd cu apariția sa în 1983, pînă la 1 ianuarie 1987) și pot fi consultate în biblioteca OID—ICM *.

ing. Teodosia Oprescu

*) **Adresa OID—ICM este :**
Calea Victoriei nr. 133, sector 1
CP 22—125, Cod poștal 71102
Telefon : 50 31 30

Revista „CONSTRUCȚIA DE MAȘINI", organ al Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini din Republica Socialistă România. **Redacția la : Oficiul de** informare documentară pentru industria construcțiilor de mașini, cu sediul în **București, Calea Victoriei, 133,** sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. **Instituțiile** pot achita abonamentele în **contul de virament ICTCM,** 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poștal la ICTCM, șos. **Olteniței nr. 105, București,** sector 4, **pentru revista „Construcția de mașini".** Tarif : 150 lei anual. **Costul unui exemplar : 12,50 lei.**

Tiparul : Tipografia „Ploiești" str. **Transilvaniei, nr. 29.**

centrozap

CENTROZAP — Societate cu răspundere limitată

oferă

un sortiment larg de aparatură de laborator pentru controlul exact al materialului, al nisipului de turnătorie și al nisipului pentru miezuri.

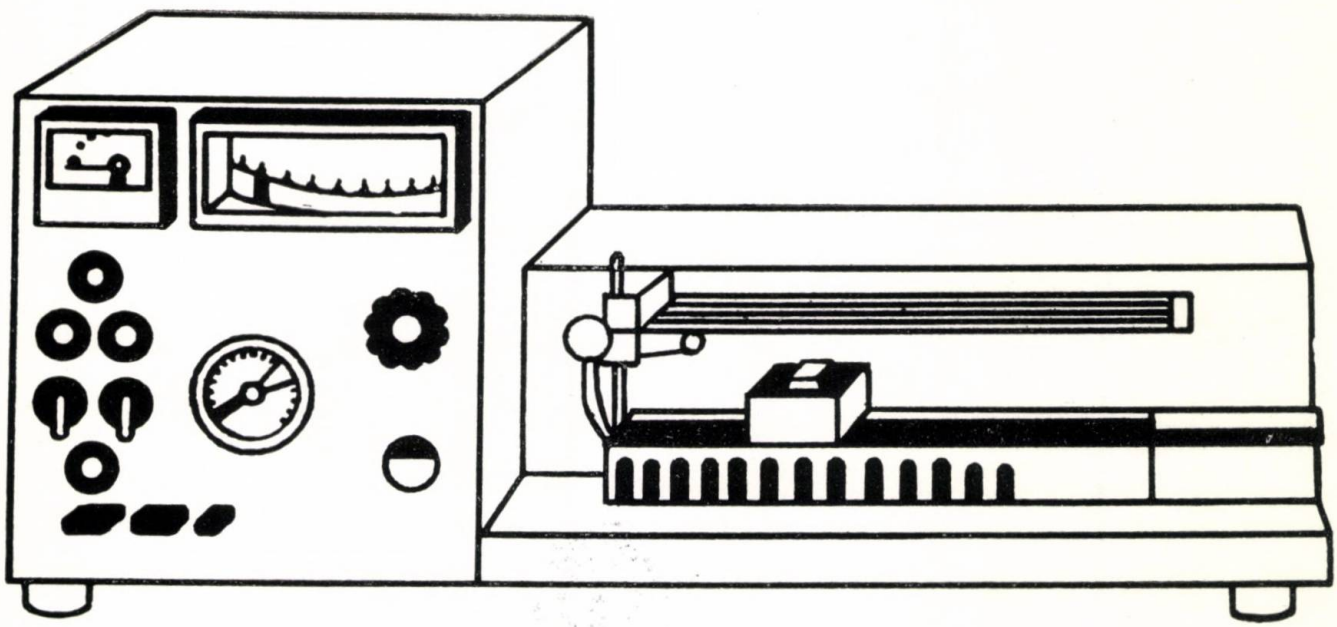
Aparatura ofertată este de inaltă calitate și se numără printre cele mai noi realizări.

Folosind această aparatură, vă imbunătățiți calitatea producției pieselor din fontă și reduceți numărul de rebuturi.

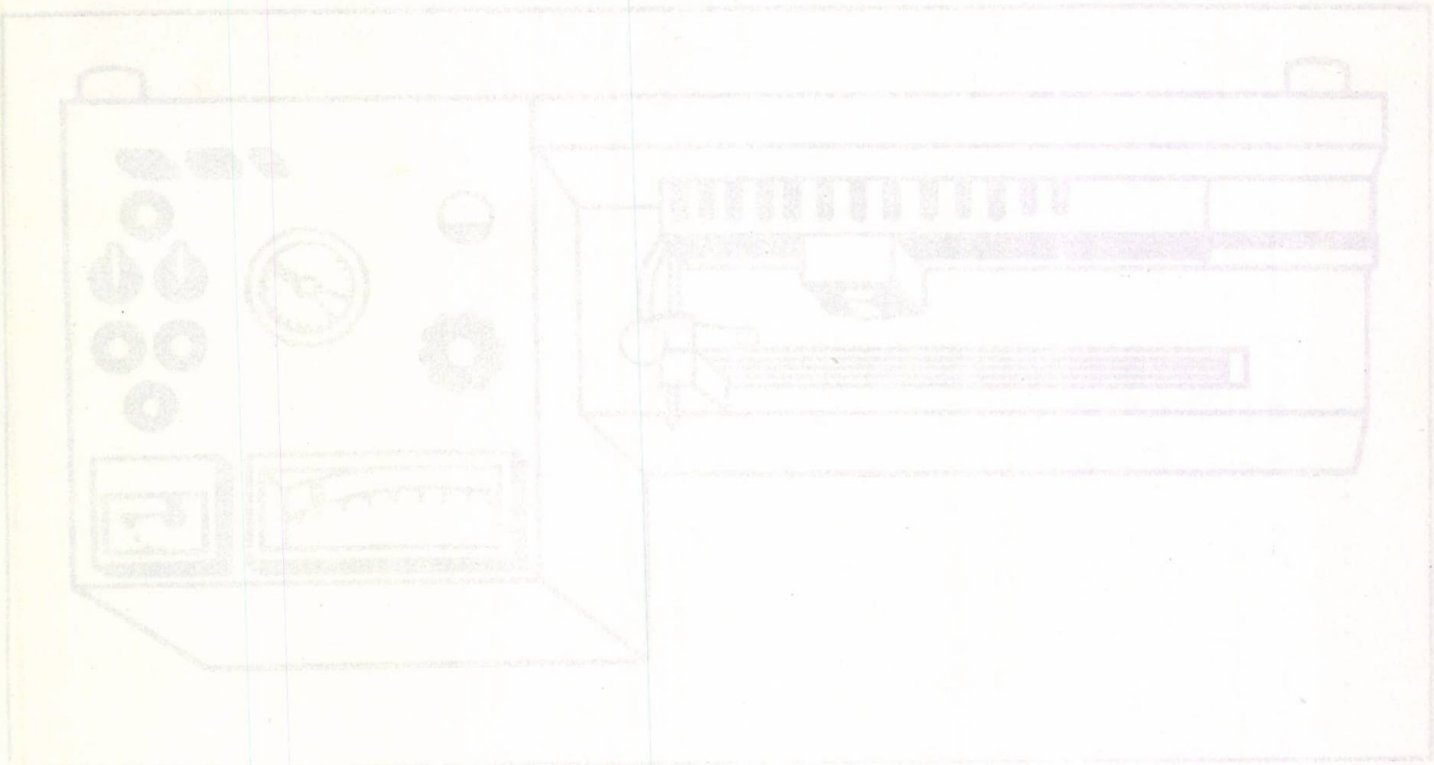
Nu intîrziați — folosiți aparatura noastră !

Pentru informații detaliate adresați-vă

Societății de comerț exterior cu răspundere limitată
CENTROZAP
Mickiewicza 29
40—085 Katowice, R. P. Polonă
Telex : 0315771 cp pl



PUBLICOM



1988 APR 28

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ
pentru
INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

difuzează în anul 1987

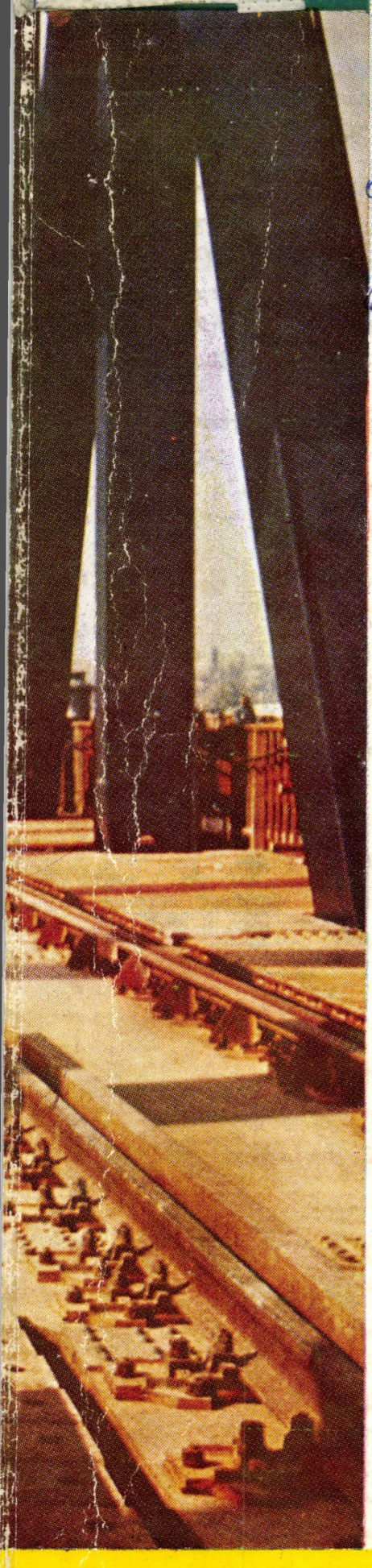
materiale de informare despre realizări din țară și din străinătate privind preocupările actuale în domeniul construcțiilor de mașini, de ex.: programul energetic, valorificarea surselor proprii de materii prime, calitatea produselor, economisirea materiilor prime și reciclarea deșeurilor, productivitatea muncii etc.

Materialele sînt grupate în serii:

Simbolul	Denumirea seriei
	REALIZĂRI ALE CERCETĂRII ROMÂNEȘTI
RCM	Revista „Construcția de mașini"
ID	INFORMARE DOCUMENTARĂ asupra nivelului progresului tehnic pe plan mondial în industria construcțiilor de mașini
	Informări pentru cadre de conducere:
IDCM	Informare documentară în construcția de mașini
IDCM-C	Informare documentară în construcția de mașini — conjunctură
IDCM-E	Informare documentară în construcția de mașini-energie
IDCM-O	Informare documentară în construcția de mașini-organizare
IDCM-PM	Informare documentară pentru protecția muncii
	Informări pentru specialiști:
IDT	Informare documentară în turnătorii
IDTT	Informare documentară pentru tratamente termice
IDPP	Informare documentară pentru prelucrări prin deformare plastică
IDS	Informare documentară pentru sudori
IDPR	Informare documentară pentru prelucrări la rece
IDCC	Informare documentară pentru calitate și control
IDMK	Informare documentară pentru prognoză și marketing
IDAR	Informare documentară pentru automatizare, robotizare
IDRC	Informare documentară privind reducerea consumurilor de materiale și energie

Simbolul	Denumirea seriei
	SINTEZE DOCUMENTARE privind **nivelul tehnic pe plan mondial** în industria construcțiilor de mașini
SID	Noutăți în diverse domenii
	REALIZĂRI ALE UNITĂȚILOR MICM ȘI MIUG
CO, CTN, CMA, CA, PTN, SE, CSSM, RSM, CES, CTO, CT	**Cataloage de fișe tehnice** de produse, tehnologii și mecanizări, automatizări autoutilări, SDV-uri Realizări deosebite, omologări standarde etc. Realizări în sudare Echipamente de sudare Produse tipizate, descrieri de tehnologii
	DOCUMENTE NORMATIVE
BI	**Buletinul intern MICM și MIUG**
NT	Normative tehnice
LPCM, R	Liste de prețuri în construcția de mașini, reduse
ITC	Indicatoare tarifare de calificare
NPM	Normative și ghid de protecția muncii în construcția de mașini
	MATERIALE DOCUMENTARE **în ajutorul proiectării și al producției**
	CERCETĂRI COMPLEXE DE INFORMARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ
CCIST-R și P	Cercetări retrospective și continui
SIDCM-A și B	Sistemul de informare documentară automatizat, pentru articole de revistă și brevete

F 3279

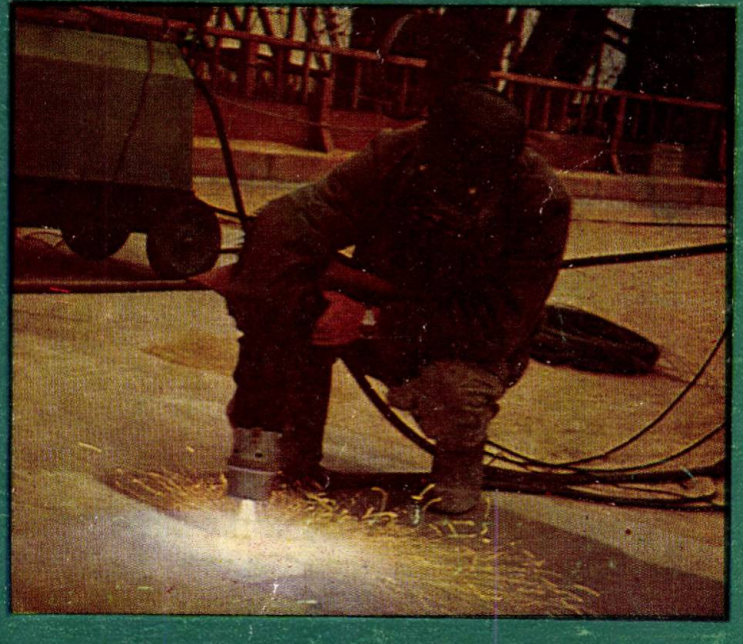


23 AUGUST

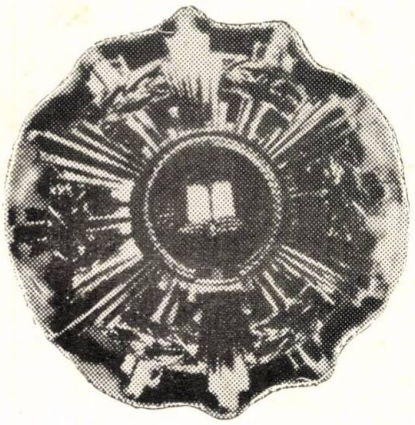
CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

TEHNOLOGII ȘI UTILAJE PENTRU DEFORMARE PLASTICĂ LA RECE

R 1954

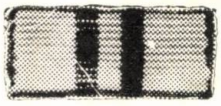


BUCUREȘTI ■ ANUL XXXXIX ■ IULIE-AUGUST ■ 1987 7-8



Marți 23 iunie 1987, în cadrul unei festivități care a avut loc la Sala Palatului Republicii, **tovarășul Nicolae Ceaușescu,** secretar general al Partidului Comunist Român, președintele Republicii Socialiste România, a înmînat înalte distincții ale țării noastre unor organizații județene de partid, consilii populare județene, întreprinderi și institute de cercetare, pentru rezultate deosebite obținute în îndeplinirea și depășirea planului național unic de dezvoltare economico-socială pe anul 1986.

Puternic mobilizați de prețuirea pe care partidul și statul, personal **tovarășul Nicolae Ceaușescu,** o acordă activității lor, oamenii muncii din domeniul gîndirii tehnice sînt ferm hotărîți să acționeze în continuare cu abnegație și devotament pentru realizarea exemplară a sarcinilor din planul pe acest an și pe întregul cincinal.



Ordinul „Meritul Științific" clasa a II-a,
pentru locul II :

— Institutului de cercetare științifică și inginerie tehnologică pentru industria construcțiilor de mașini, București

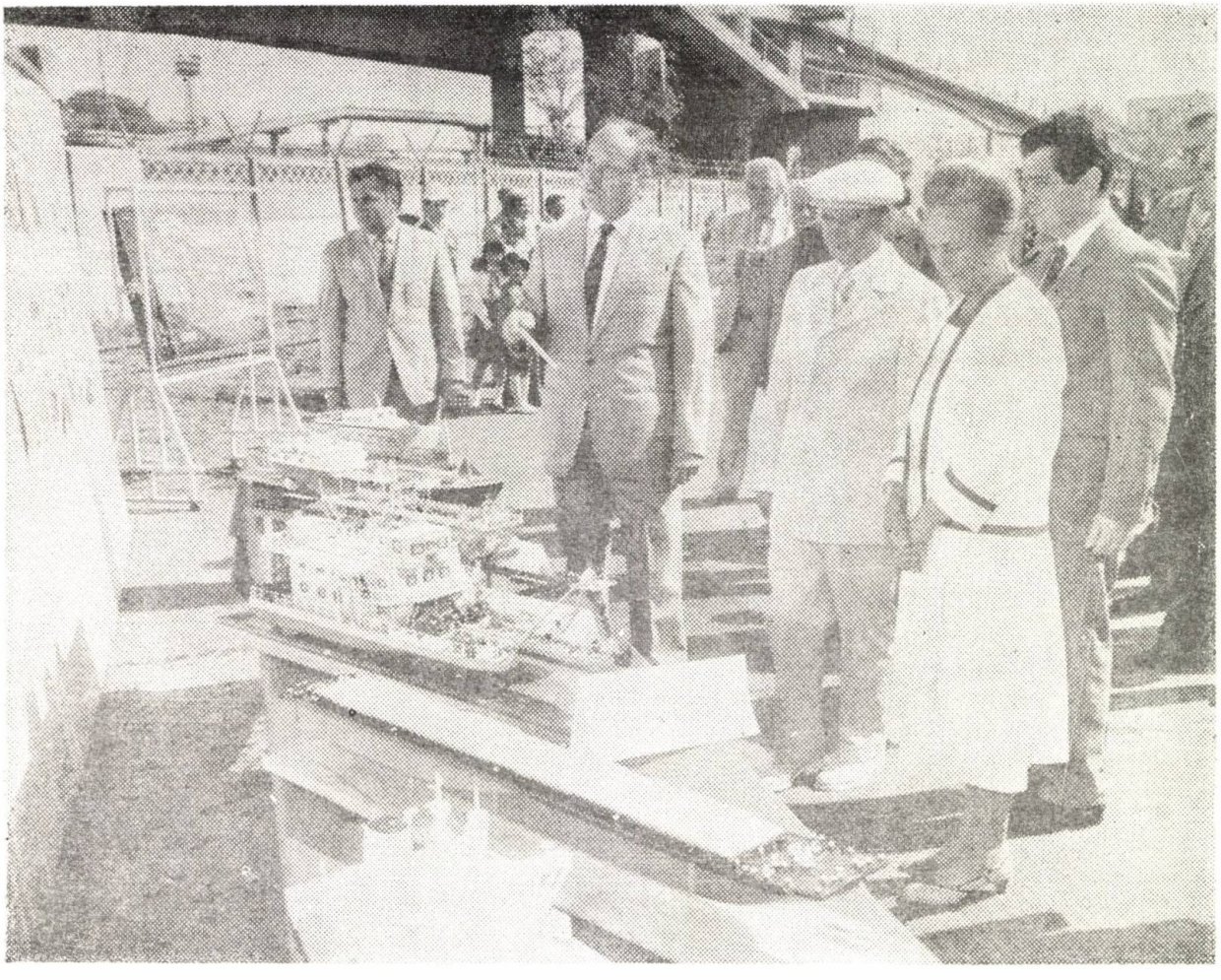
MECHANICAL ENGINEERING AND RESEARCH INSTITUTE
Șos. Olteniței nr. 103, sector 4 • 75.651 — București, ROMÂNIA
Phone : 342045 — 343850 • Telex : c 56 ictcm r

E 3279

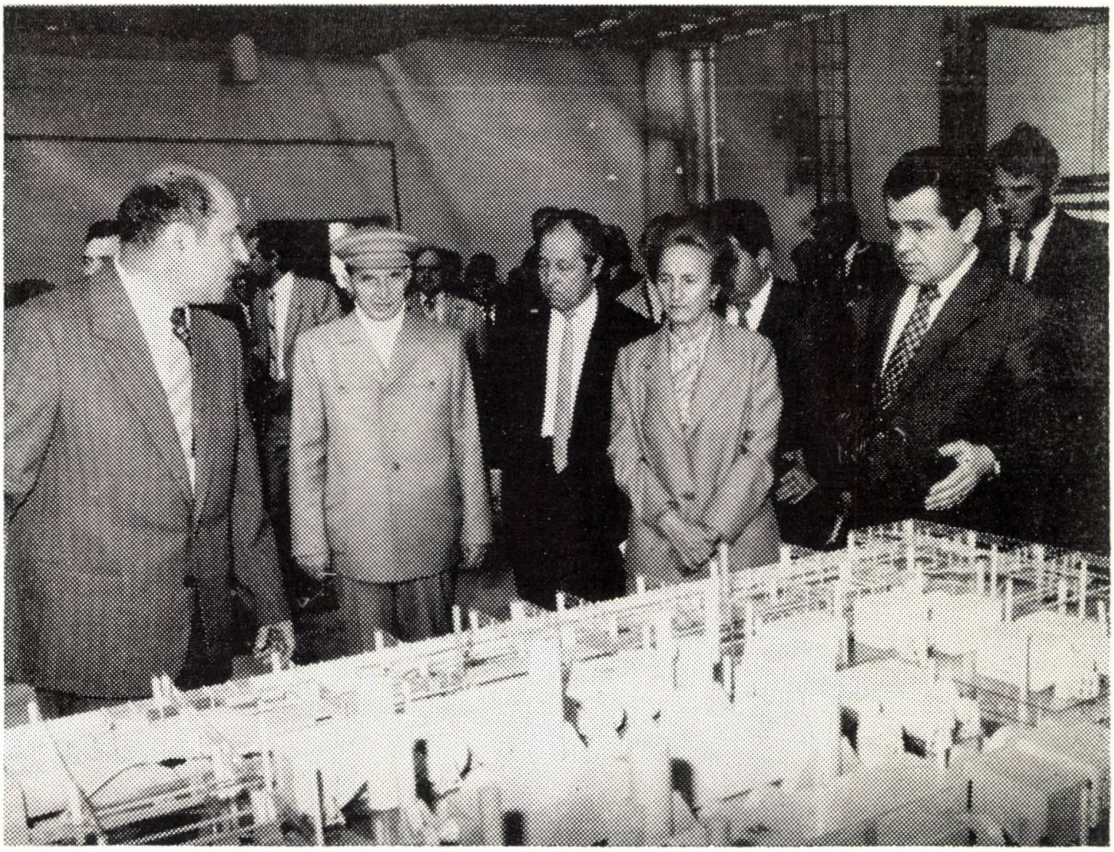
Epoca NICOLAE CEAUŞESCU

epoca celor mai glorioase înfăptuiri din istoria noastră

VIZITE DE LUCRU ALE TOVARĂȘULUI **NICOLAE CEAUȘESCU** SECRETAR GENERAL AL PARTIDULUI, PREȘEDINTELE REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA



La șantierul naval Constanța



La Întreprinderea de Autoturisme Pitești

Aportul cercetării științifice din construcția de mașini în actuala etapă de dezvoltare a țării noastre

„Cînd vorbim de muncă avem în vedere și munca materială umană și munca intelectuală, cu atît mai mult cu cît știința devine astăzi un factor hotărîtor al producției, fără de care nu se poate concepe progresul".

Nicolae Ceaușescu

(Din cuvîntarea rostită la Plenara comună
a Consiliului Național al Oamenilor Muncii și a
Consiliului Suprem al Dezvoltării Economice și Sociale)

Înalta recunoaștere a rolului și a locului științei în dezvoltarea multilaterală accelerată a societății socialiste românești contemporane, în materializarea cu deplin succes a măreților sarcini stabilite în programele adoptate de cel de-al XIII-lea Congres al partidului pentru perioada actualului cincinal, precum și în perspectiva etapelor următoare, este una din dominantele gîndirii revoluționare, consecvent științifice și ale acțiunii practice, proprii secretarului general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu.

În viziunea sa de larg orizont umanist-revoluționar, realizarea obiectivelor prioritare precum și abordarea direcțiilor majore de acțiune în acest sens, sînt obiectiv condiționate de aportul decisiv, sub aspect calitativ, al creativității științifice și tehnologice românești.

Viața, realitățile muncii noastre de zi cu zi demonstrează fără tăgadă faptul că nu se poate concepe, în zilele noastre, înfăptuirea complexului de programe privind modernizarea proceselor tehnologice, perfecționarea activității în toate domeniile fără implicarea fermă, responsabilă a întregului front științific românesc în soluționarea rapidă, eficientă a problelor tehnico-economice ale producției. Pentru că, indiferent dacă ne referim la domeniul energiei și resurselor de materii prime, la cel al realizării noilor materiale necesare producției, la introducerea în fabricație a unor noi produse cu caracteristici tehnico-funcționale superioare, la noile tehnologii de producție automatizate, informatizate, robotizate de înaltă productivitate și cu maximă eficiență economică, NOUL prinde contur în laboratoarele de cercetare, în atelierele de proiectare, în institutele de cercetare științifică și inginerie tehnologică.

Un rol esențial în înfăptuirea hotărîrilor Congresului al XIII-lea al partidului revine științei și tehnologiei, ca factori determinanți ai progresului, ai afirmării multilaterale a revoluției tehnico-științifice în țara noastră. Realizarea complexelor programe de cercetare științifică și dezvoltare tehnologică este coordonată de Comitetul Național pentru Știință și Tehnologie. Ca președinte al Consiliului Național pentru Știință și Învățămînt, tovarășa academician doctor inginer Elena Ceaușescu are o contribuție hotărîtoare la îndeplinirea rolului important încredințat acestui organism de partid și de stat. Sub conducerea sa, Consiliul pune în aplicare, împreună cu institutele centrale, ministerele economice, importante programe de lărgire a bazei de materii prime, minerale și energetice, de reducere a consumurilor materiale, de recuperare și refolosire a tuturor resurselor, de creștere a exportului, a productivității muncii și a eficienței economice în scopul modernizării proceselor de producție din economie al atingerii obiectivului principal stabilit de Congresul al XIII-lea acela de intrare a României în stadiul de țară socialistă mediu dezvoltată. Toate acestea dau o imagine grăitoare a înaltului grad de angajare a științei și tehnologiei românești, realizat sub îndrumarea competentă și prin contribuția nemijlocită a tovarășei Elena Ceaușescu, în rezolvarea unor probleme de importanță fundamentală pentru dezvoltarea economică și socială a țării noastre în actuala etapă și în perspectiva anului 2000.

Unitățile de cercetare științifică și inginerie tehnologică din cadrul Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini au asigurat în cincinalul trecut, pe bază de concepție proprie, un grad de înnoire a producției de 75%, fiind introduse în fabricație peste 2000 produse noi și modernizate, respectiv mașini și utilaje agricole, nave maritime și fluviale, autovehicule, autoturisme, aeronave, motoare termice, rulmenți ș.a. S-au elaborat și implementat peste 1200 tehnologii vizînd reducerea consumurilor materiale și energetice, creșterea productivității muncii simultan cu ridicarea performanțelor și creșterea competitivității produselor, cum sînt tehnologiile de prelucrare prin electroeroziune, cu laser, cu ultrasunete, tehnologiile de recuperare și recondiționare specifice producției de serie. S-au realizat mecanizări și automatizări ale proceselor de producție — peste 20 linii și utilaje complexe pentru integrarea auto-

turismului OLTCIT, peste 50 tehnologii și echipamente aferente programului nuclear, mecanizarea și automatizarea montajului, a alimentării mașinilor-unelte și a transferului interoperațional, realizîndu-se echipamente cu un înalt grad de tipizare. S-au organizat echipe mixte de specialiști din institute de cercetare și inginerie tehnologică, institute de învățămînt superior și din întreprinderi, care lucrează sistematic pentru definitivarea soluțiilor constructive și avizează nivelul tehnologic al produselor încă din faza de proiectare.

Au fost realizate și implementate de către Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Construcția de Mașini tehnologii și instalații din care exemplificăm : instalații și tehnologii de debavurare electrochimică a roților dințate la Întreprinderea Autocamioane Brașov, Întreprinderea Hidromecanica Brașov ; serii modulare de manipulatoare pneumatice și hidraulice cu 5 grade de mișcare, manipulatoare portal pentru montaj la OLTCIT Craiova, Întreprinderea Autobuzul Buc. ; instalație de vopsire la înaltă presiune tip VIP, la Intreprinderea Autobuzul București, Șantierul Naval Mangalia, Șantierul Naval Brăila, Șantierul Naval Galați, Întreprinderea Tractorul Brașov ; tehnologie și echipamente pentru fabricație și control a elementelor de asamblare din industria auto, la Întreprinderea Mecanică Mediaș, Întreprinderea Autoturisme Pitești ; proiectare tehnologică asistată de calculator pentru elaborarea planurilor de croire și tehnologii de lucru pe MUCN, la Întreprinderea Mecanică Mîrșa, Întreprinderea Mecanică Sibiu și altele.

Pentru creșterea gradului de mecanizare a lucrărilor în agricultură, Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mașini și Utilaje agricole a acționat și acționează în continuare pentru diversificarea sistemei de mașini, concomitent cu creșterea performanțelor acestora — capacitate, multifuncționalitate, precizie de lucru, asigurarea lucrărilor în condiții variate de teren și climă, avîndu-se în vedere satisfacerea atît a beneficiarilor interni cît și a celor externi.

Dintre realizările acestui institut se evidențiază în mod deosebit semănătoarea combinată, din elemente modulate, pentru plante prășitoare — SEMO 12, introdusă în fabricație la Întreprinderea Mecanică Ceahlău Piatra Neamț, realizare premiată cu medalia de aur la Tîrgul Internațional de la Leipzig 1987, combinele de recoltat porumb C3-PD și C3 P cu consum de combustibil redus cu 60% față de soluțiile precedente, care vor intra în fabricație de serie la Întreprinderea Mecanică de Utilaje Medgidia, familie de pluguri cu lățime variabilă și degajare mărită, cu performanțe peste nivelul mondial, tipurile realizate fiind în fabricație la Întreprinderea de Mașini Agricole Craiova ș.a.

În domeniul construcțiilor de nave, Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Construcții Navale a asigurat realizarea în concepție proprie a unui număr însemnat de nave dintre care se pot cita — petrolierul de 35000 tdw, execuție la Șantierul Naval Galați, docul plutitor de 20000 tf — execuție la Întreprinderea de Construcții Navale Constanța, nava pasager fluvial turistic pentru 200 pasageri — execuție la Șantierul Naval Oltenița, feribot de 12000 tdw — în curs de pregătire a fabricației la Întreprinderea de Construcții Navale Constanța ș.a.

Institutul a depus eforturi deosebite în domeniul asimilării în producția internă a echipamentelor pentru nave, ansamble și subansamble specifice în vederea creșterii gradului de integrare a navelor. S-au realizat în acest sens — calderine recuperatoare în fabricație la Întreprinderea Mecanică Navală Constanța, vinciuri de ancoră, de manevră-legare, pentru petroliere în fabricație la Întreprinderea Mecanică Navală Galați ș.a.

În institut s-au obținut rezultate deosebite în domeniul utilizării calculatorului în activitatea de cercetare-proiectare a navelor, cu consecințe directe asupra reducerii ciclului de cercetare-proiectare cu 10%, a consumului de materiale cu 3-5% și a consumului de energie cu 5% pe fiecare navă.

O deosebită atenție acordă institutul programului de modernizare a șantierelor navale, program elaborat la indicațiile secretarului general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, în cadrul căruia s-au realizat linii tehnologice pentru sudarea automată a profilelor compuse, a secțiilor plane, a tablelor pentru panouri, a osaturii pe panouri, la Șantierul Naval Galați, Șantierul Naval Brăila, Întreprinderea de Construcții Navale și Utilaj Tehnologic Tulcea ș.a.

În domeniul construcției de autoturisme, Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Autoturisme Pitești a acționat pentru modernizarea continuă a produselor din fabricația curentă de la Întreprinderea de Autoturisme Pitești și Întreprinderea de Autoturisme ARO Cîmpulung, prin realizarea de caroserii cu performanțe îmbunătățite, noi cutii de viteze, ambreiaje și componente pentru autoturisme. Institutul asigură deasemenea concepția reperelor autoturismului OLTCIT în vederea atingerii gradului final de integrare a acestuia și contribuie la pregătirea de fabricație pentru autoturismul de foarte mic litraj, — DACIA 500, în curs de asimilare la Întreprinderea de Autoturisme Timișoara.

În domeniul motoarelor termice Institutul Național de Motoare Termice a desfășurat cu bune rezultate cercetări și a elaborat soluții pentru utilizarea unor combustibili netradiționali pentru alimentarea motoarelor cu ardere internă cum sînt : gazele naturale, biogazul, amestecuri de benzină cu metanol ș.a.. S-au realizat și dat în exploatare grupurile energetice funcționînd pe biogaz, de 25, 50 și 100 kW, o contribuție importantă la programul energetic al țării.

Institutul a conceput noua familie de motoare de înaltă performanță pentru echiparea autoturismului ARO pentru care s-a început pregătirea de fabricație la Întreprinderea de Autoturisme ARO Cîmpulung Muscel.

De asemenea, specialiștii din institutul de motoare au adus contribuții valoroase în domeniul cercetării-proiectării asistate de calculator prin realizarea unor sisteme moderne de achiziție și prelucrare a datelor experimentale din standurile de motoare, a unor pachete de programe pentru calculul structurilor complexe prin metoda elementului finit pe echipamente de calcul românești ca și programarea asistată de calculator a prelucrării matrițelor pe mașini unelte cu comandă numerică, cu aplicații la reperele autoturismului DACIA 500 ș.a.

Programul de aviație, ca program prioritar al ministerului a concentrat eforturile specialiștilor pentru concepercea unor produse, echipamente specifice și tehnologii de vîrf în domeniu.

Urmare indicațiilor conducerii superioare de partid, a tovarășului Nicolae Ceaușescu, ICSIT — aviație acționează pentru asimilarea de noi materiale și echipamente pentru aviație care încă se mai importă, astfel că în anul 1986 valoarea totală a acestor echipamente fabricate și livrate de institut a fost de circa 100 mii lei, conducînd la reducerea efortului valutar cu circa 7,5 mil. dolari, iar pentru anul 1987 — valoarea acestora se va ridica la circa 148 mil. lei (reducere import cu circa 9,8 mil. dolari).

Se remarcă eforturile depuse de specialiștii institutului în domeniul realizării și utilizării de noi materiale pentru reperele aeronavelor și anume : materiale compozite, repere din superaliaje pe bază de nichel (împreună cu IMRA), materiale tip sanwich ș.a.

De asemenea institutul execută numeroase aplicații privind cercetarea și proiectarea asistată de calculator a aeronavelor, evidențiindu-se lucrările privind calculul structurilor complexe prin metoda elementului finit, desenarea automată, etc.

În domeniul fabricației de rulmenți, Centrul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Rulmenți și Organe de asamblare Brașov a acționat îndeosebi pentru asimilarea rulmenților pentru domenii de vîrf — aviație, energetică nucleară, microrulmenți. Astfel s-au pus în fabricație la Întrprinderea de Rulmenți Brașov, Întreprinderea de Rulmenți Bîrlad și Întreprinderea de Rulmenți Alexandria, circa 200 tipodimensiuni de rulmenți pentru aviație și 160 tipodimensiuni pentru echipamentele centralei nucleare. De asemenea institutul realizează în concepție proprie tehnologii și utilaje complexe specifice fabricației de rulmenți.

Sarcini deosebite pe linia programului de perfecționare a organizării și modernizare a proceselor de producție din întreprinderi și șantiere ale MICM revin Centrului de Inginerie Tehnologică și Proiectare pentru Construcții de Mașini care a elaborat documentațiile de proiectare pentru cele mai importante dintre măsurile propuse în acest program și a căror realizare necesitau investiții.

Între acestea se pot enumera : dezvoltarea, modernizarea și concentrarea fabricației de mașini agricole la IMA Semănătoare", dezvoltarea, diversificarea și modernizarea fabricației de autovehicule la Autobuzul București, dezvoltare și modernizare IM Băilești, creșterea capacităților de producție și modernizarea fabricației de grape grele la I. Ceahlăul Piatra Neamț, dezvoltare și modernizare la ICNUT Tulcea, I. Automecanica Moreni, dezvoltare la ICA Ghimbav, I. Avioane Bucuresti, dezvoltare și diversificare la I. Turbomecanica București mecanizări și automatizări la IUPS Suceava, Rulmenți Slatina și multe altele. Caracteristica generală a acestor lucrări este efortul de gîndire proprie de punere în valoare a creației tehnice românești în realizarea și dezvoltarea unor capacități de producție prin conclucrarea fructuoasă cu institutele de profil din toată economia națională (ICSIT-Titan, ICTCM, ISIM Timișoara, ICPE etc.) în scopul reducerii efortului valutar și creșterii performanțelor noilor produse.

Toate aceste realizări le dedică oamenii muncii din institutele de cercetare științifică și inginerie tehnologică din ramura construcțiilor de mașini măreței sărbători naționale a poporului nostru, ziua de 23 August, angajîndu-se să întîmpine Conferința Națională a P.C.R., eveniment de majoră însemnătate în viața partidului și a țării, cu noi realizări și noi succese în muncă.

Ing. Gheorghe Prodan — director general al I.C.C.M.

ZIUA CONSTRUCTORILOR DE MAȘINI

La 4 iulie, în cadrul unei frumoase tradiții care cinstește munca și milioanele ei de eroi anonimi, întregul popor a sărbătorit ziua contructorilor de mașini, detașament de frunte al oamenilor muncii din țara noastră.

Aniversarea din acest an s-a desfășurat sub semnul unor evenimente cu amplă rezonanță în conștiința românească actuală : împlinirea a 22 de ani de la istoricul Congres al IX-lea, apropierea Conferinței Naționale a partidului și a Congresului Educației Politice și Culturii Socialiste și sărbătorirea a 40 de ani de la proclamarea Republicii.

În această atmosferă de muncă susținută și efervescență creatoare, alături de întregul popor, constructorii de mașini sînt angajați plenar pentru îndeplinirea — la cote maxime — a tuturor sarcinilor și obiectivelor de plan, pentru traducerea în viață a hotărîrilor Congresului al XIII-lea al partidului, în spiritul orientărilor și indicațiilor date de tovarășul Nicolae Ceaușescu, personalitate fundamentală a istoriei naționale, conducătorul de geniu care a înscris România pe coordonatele unei dezvoltări fără precedent.

În anii care au urmat actului istoric de la 23 August 1944 și — în special — după Congresul al IX-lea al partidului, România a cunoscut un amplu și multilateral proces de transformări social-economice, caracterizat prin mobilizarea exemplară a întregului său potențial și folosirea eficientă a cuceririlor revoluției tehnico-științifice contemporane.

Ca ramură cu pondere decisivă în ansamblul economiei, construcțiile de mașini au fost permanent în atenția conducerii de partid și de stat, beneficiind de ritmuri spectaculoase de creștere și profunde mutații în planul calității, care au determinat — în final — crearea unei industrii naționale capabile să concureze — prin produsele sale — realizările similare ale țărilor cu o reputată tradiție în acest domeniu. Stau mărturie, în acest sens, echipamentele și utilajele de mare tehnicitate și complexitate cu care această ramură a înzestrat sau va înzestra marile obiective economice ale operei de edificare multilaterală a țării.

Cele 136 000 de sortotipodimensiuni care figurează pe nomenclatorul construcțiilor de mașini alcătuiesc o gamă de produse cu o diversitate, care merge de la nave, agregatele energetice de mare putere și uriașele utilaje realizate de industria grea, pînă la piesele de orologerie ori componentele miniaturale caracteristice mecanicii fine și industriei electronice.

În prezent, sarcini importante stau în fața celor peste 1 200 000 de constructori de mașini. Ramura în care activează va avea, în continuare, o dezvoltare dinamică, intensivă, cu accent deosebit pe creșterea calității, a eficienței economice și a productivității muncii.

Planul unic de dezvoltare economico-socială a României pe perioada 1986-1990 și, în perspectivă, pînă în anul 2000 prevede creșteri substanțiale pentru acest domeniu, după cum urmează :

— industrie electronică, inclusiv mijloace ale tehnicii de calcul : 62—67%;
— mecanică fină : 48—55%;
— utilaje tehnologice : 3—10%;
— autoturisme : 21—28%;
— nave maritime de transport : 34—46% ș.a.m.d.

Aceste creșteri vor fi posibile datorită unui ritm mediu anual de 10,3%, superior celui stabilit pe întreaga industrie.

Prin înnoirea continuă a procesului de fabricație, diversificarea producției și introducerea fermă a progresului tehnic în toate sectoarele sale, construcția de mașini va putea să asigure circa 75% din utilajele și instalațiile prevăzute de programele de investiții din actualul cincinal. Se va dubla, de asemenea, producția de export, comparativ cu realizările cincinalului precedent.

În actuala etapă de dezvoltare a patriei noastre, constructorii de mașini sînt angajați în mod solemn ca, după exemplul conducătorului iubit al partidului și statului nostru, să păstreze permanent viu spiritul revoluționar, acționînd întotdeauna... „pentru înlăturarea a tot ceea ce este vechi și perimat, pentru perfecționarea continuă a societății noastre, pentru promovarea cu îndrăzneală a noului..." — pentru ridicarea României socialiste pe noi trepte de progres și civilizație.

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXIX, 7—8, iulie—august, 1987

CUPRINS

Epoca Nicoale Ceaușescu,
epoca celor mai glorioase înfăptuiri din istoria noastră

PRODAN, GH., **Aportul cercetării științifice din construcția de mașini în actuala etapă de dezvoltare a țării noastre**

* * * **Ziua constructorilor de mașini**

Tehnologii și utilaje pentru deformare plastică la rece

ROȘCA, A. : **Sisteme flexibile de prelucrare prin deformare plastică la rece** 341

APOSTOLINA, ALEXANDRA : **Tipizarea elementelor de manipulare pentru alimentarea și evacuarea pieselor prelucrate prin deformare plastică la rece** 346

BARBU, G. : **Noi precizări privind ștanțarea de precizie a pieselor din oțel** 358

TEODORESCU, M., ROȘCA, CĂTĂLINA, STROE, N., VLAD, E. : **Cercetări privind tehnologia de ambutisare succesivă din bandă** 362

MARIN GH. : **Linie automată de decupat discuri pentru roți auto** 367

ROȘCA, A., GARBAȘEVSCHI, C., BEDREAGĂ, S., BOBE, S. : **Linie de transfer pentru presat jenți auto** 368

TEODORESCU, M., ROȘCA, CĂTĂLINA : **Proiectarea, asistată de calculator, a tehnologiei și echipamentului tehnologic pentru ambutisarea pieselor de revoluție** 372

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonator științific : Dr. ing. Gabriela Crișan

NICOARĂ, D., TEODORESCU, M., PĂUNOIU, V., DELEANU, LORENA : **Proiectarea, cu ajutorul calculatorului, a zonei active la profilarea la rece din bandă** 377

ROȘCA, A., BEDREAGĂ, S., GRIGORIU, TH. : **Tehnologia de fabricație a piuliților elastice și de tip „clips" pentru autoturismul OLTCIT** 383

TEODORESCU, M., CIOCAN, O., NICOARĂ, D., GHEORGHIEȘ, C : **Îmbunătățirea indicilor calitativi la prelucrarea aluminiului prin deformare hidrostatică la rece** 387

MARTINESCU, I. : **Calitatea pieselor debitate prin forfecare la rece, din material semidur, cu ajutorul unui dispozitiv cu cuțit mobil rotitor** 390

CIOCAN, O., TEODORESCU, M., NICOARĂ, D., ANDRONIC, C., BOȘILCĂ, GH. : **Cercetări privind îmbunătățirea calității suprafețelor cilindrice exterioare, la prelucrarea prin deformare plastică superficială** 395

MARIN, GH., BEDREAGĂ, S. : **Automatizarea alimentării cu piese în vrac a preselor** 398

* * *

HRISTESCU, C., IATAN, R. : **Separarea, în cîmp centrifugal, a unor suspensii din instalațiile tehnologice ale industriei construcțiilor de mașini** 401

Documentare

VERHOEFEN, U. : **Microfibrele — element de bază pentru sistemele moderne de filtrare a aerului comprimat** 412

CRIȘAN, GABRIELA : **Durificarea cu laser a canalelor de segmenți din piston** 414

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box. 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ATTENTION !

Les lecteurs étrangèrs de la revue pourront prendre des abonaments par ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

Revista „CONSTRUCȚIA DE MAȘINI", organ al Ministerul Industriei Construcțiilor de Mașini din Republica Socialistă România. Redacția la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcțiilor de mașini, cu sediul în București, Calea Victoriei, 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poștal la ICTCM, șos. Olteniței, nr. 105, București, sector 4, pentru revista „Construcția de mașini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Tipografia „Ploiești" str. Transilvaniei, nr. 29.

SUMARE

CZ : 621.983.32

Roşca, A. : **Sisteme flexibile de prelucrare prin deformare plastică la rece**

În articol se face o descriere a sistemelor flexibile de prelucrare prin deformare plastică la rece şi direcţiile principale care în momentul actual tind să se dezvolte în cadrul acestui sistem. Se prezintă cîteva exemple de sisteme flexibile utilizate în ţări cu potenţial tehnologic ridicat şi, de asemenea, realizările din acest domeniu pe plan naţional.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 5 fig., 2 ref. bibl.

CZ : 378.062.214 ; 621-52 ; 621.983.32

Apostolina, Alexandra : **Tipizarea elementelor de manipulare pentru alimentarea şi evacuarea pieselor prelucrate prin deformare plastică la rece**

Articolul prezintă diferite elemente de mecanizare şi automatizare incluse în liniile automate de ştanţare şi presare. Ele sînt destinate alimentării (cu semifabricate din bandă sau bucăţi) transferului şi evacuării pieselor şi deşeurilor rezultate. Aceste elemente tipizate îşi găsesc o largă utilizare în întreprinderile din industria constructoare de maşini, industria electrotehnică, industria uşoară etc.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 22 fig., 10 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 621.983.14

Barbu, G. : **Noi precizări privind ştanţarea de precizie a pieselor din oţel**

Respectarea măsurilor prezentate conduce la realizarea unor piese fără bavuri, ceea ce reprezintă o serie de avantaje tehnice (precizia dimensională şi calitatea suprafeţelor ştanţate) şi economice, constînd în :

— creşterea productivităţii muncii ;

— reducerea cheltuielilor materiale şi a consumurilor energetice.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 9 fig., 3 ref. bibl

---

CZ : 621.935

Teodorescu, M., Roşca, Cătălina, Stroe, N., Vlad, E. : **Cercetări privind tehnologia de ambutisare succesivă din bandă**

Lucrarea propune o metodologie de proiectare a tehnologiei de ambutisare din bandă de oţel laminată la rece, pentru care s-a întocmit un program în limbaj FORTRAN. Această metodologie s-a stabilit în urma cercetărilor privind : variaţia grosimii benzii ca urmare a prelucrării, posibilitatea apariţiei ruperilor în piesă, modul de repartizare a rîndurilor pe semifabricat.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 6 fig., 2 tab., 4 ref. bibl.

CZ : 338.062.214 ; 621-52 ; 621.983.32

Marin, Gh. : **Linie automată de decupat discuri pentru roţi auto**

Articolul prezintă execuţia automată a discurilor pentru roţi auto în două variante :

— varianta cu alimentarea presei cu benzi continue în rulouri ;

— varianta cu alimentarea presei cu foi de tablă din balot sau cu piese tăiate la ghilotină.

De menţionat că linia poate fi folosită integral, sau parţial în scopul alimentării automate a preselor.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 1 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 338.062.214 ; 621-52 ; 621.983.62

Roşca, A., Garbaşevschi, C., Bedreagă, S., Bobe, S. : **Linie de transfer pentru presare jenţi auto**

În articol este prezentată o linie de transfer compusă din cinci prese mecanice de 800 kN, utilizată la fabricaţia jenţilor pentru autoturisme şi autocamioane, proiectată de I.C.T.C.M. şi aflată în funcţiune la Fabrica de Jenţi Auto Drăgăşani. Sînt descrise mecanismele cu care este echipată linia, precum şi modul de funcţionare a acesteia.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 6 fig.

CZ : 621.935

Teodorescu, M., Roşca, Cătălina : **Proiectarea, asistată de calculator, a tehnologiei şi echipamentului tehnologic pentru ambutisarea pieselor de revoluţie**

Etapele de proiectare a unei tehnologii de ambutisare şi a echipamentului tehnologic trebuie să fie parcurse într-o anumită ordine, necesitate ce decurge din dependenţele ce se stabilesc între mărimile calculate în decursul proiectării.

Urmărind aceste etape pachetul de programe propus în această lucrare conţine :

PROTEHN — program ce realizează calcule tehnologice ;

PRODIP — program de calcul al dimensiunilor şi toleranţelor zonei de lucru la elementele active ;

PROFOR — program de calcul al forţei, lucrului mecanic şi al puterii necesare în timpul celor NN operaţii de ambutisare ;

PRODIP 2 — program de calcul de dimensionare şi verificare a plăcii active pentru toate fazele de ambutisare ;

PROPON — program de dimensionare şi verificare a poansoanelor ;

PRODIP 1 — program de dimensionare şi verificare a plăcii de bază ;

PROPLACA — program de calcul al caracteristicilor dimensionale ale plăcii superioare ;

PRODIP 3 — program pentru dimensionarea coloanelor şi bucşelor de ghidare ;

PROPRES — program pentru dimensionarea tipului şi caracteristicilor presei necesare.

Programele au fost testate pentru cîteva repere care au constituit obiectul proiectelor de diplomă la TCM.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 4 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 621.983.32

Nicoară D., Teodorescu, M., Păunoiu, V., Deleanu, Lorena : **Proiectarea, cu ajutorul calculatorului, a zonei active la profilarea la rece din bandă**

Lucrarea prezintă principalele etape ale proiectării tehnologiei şi setului de role la profilarea continuă din bandă. Pornind de la considerente teoretice, este arătată modalitatea de obţinere a etapelor de deformare, în funcţie de gradul maxim de deformare admisibil pe fiecare fază, pentru obţinerea unor produse de calitate corespunzătoare. Sînt date schemele bloc ale programelor de calcul, care permit, utilizînd calculatorul electronic, să se obţină elementele necesare proiectării tehnologiei şi setului de role, inclusiv desenele acestora pe un terminal grafic.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 9 fig., 6 ref. bibl.

CONTENTS

DC : 621.983.32

Roşca, A. : **Flexible manufacturing systems through cold flow**

The paper presents a description of the flexible manufacturing systems through cold flow and the main drections of development within this system. There are presented several flexible systems that are being used in countries with a high technological level and also the achievements in this field on the national level.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 5 figs., 2 bibl. paps.

DC : 338.062.214 ; 621-52 ; 621.983.32

Apostolina, Alexandra : **Standard type handling elements for the supply and exhaust of the cold flow processed parts**

The paper presents various mechanization and automatization elements included in automate punching and presing lines. These elements are meant for the blanks suply on a belt or as pieces, as well as for the transfer and exhaust of the resulted parts and scraps. The standard type elements are widely used within the machine building industry, the electrotechnical industry, the light industry etc.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8. 22 figs., 10 tabs., 5 bibl. paps.

DC : 621.983.14

Barbu, G. : **New specifications as regards the punching precision of steel parts**

The observation of the presented measures leades to the achievement of some burrless parts, this representing a series of technical advantages (size precision and punched surfaces quality) as well as economical advantages through :

— rise of work capacity ;

— diminishing of material and energetic consumption expenditure.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 9 figs., 3 bibl. paps.

DC : 621.985

Teodorescu, M., Roşca, Cătălina, Stroe, N., Vlad, E. : **Researches regarding the technology of succesive deep drawing out of strip**

This research proposes a design methodology for deep drawing out of cold rolled steel strip, for which there has been worked out a programme in FORTRAN language. This methodology has been established as a consequence of the researches as regards : the strip thickness variation due to processing, the possibility to appear breaks into the part, the way of rows distribution on blank.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 6 figs., 2 tabs., 4 bibl. paps.

DC : 338.062.214 ; 621-52 ; 621.983.32

Marin, Gh. : **Automatic line for car-wheels plates cutting**

The paper presents the automatic execution of car-wheels plates in two versions :

— the version of supplying the press with continuous belts in rollers ;

— the version of supplying the press with sheets from bunch or with pieces delivered by cutter.

In the view of the presses automatic supply, the line may be used completely or partially.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 1 fig., 5 bibl. paps.

DC : 338.062.214 ; 621-52 ; 621.983.32

Roşca, A., Garbaşevschi, C., Bedreagă, S., Bobe, S. : **Transfer lines for rims pressing**

The paper presents a transfer line made out of five mechanical presses of 800 KN and used for cars and trucks. The transfer line is designed by the Mechanical Engineerig and Research Institute (I.C.T.C.M.) and is operating at the Rims Works, Drăgăşani. There are described the mechanisms the line is equipped with as well as their manner of operation.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 6 figs.

DC : 621.985

Teodorescu, M., Roşca, A., Cătălina : **The computer aided design of the technology and technological equipment for the revolution parts cupping**

The design stages of a deep drawing technology and of the technologic equipment should be done in a certain order, necessity resulting from and being established by the sizes calculated during the design. Following these stages, the programmes package proposed by this paper includes :

PROTEHN — programme carriyng out technological calculi ;

PRODIP — programme calculating the sizes and allowances of the working area for the active elements ;

PROFOR — programme calculating the force, the mechanical work and the power needed during the NN deep drawing operations ;

PRODIP 2 — programme for calculus, sizing and control for the active plate for all deep drawing stages ;

PROPON — programme for sizing and control of punches ;

PRODIP 1 — programme for sizing and control of the base plate ;

PROLPACA — programme for calculus of the sizing characteristics of the upper plate ;

PRODIP 3 — programme for sizing the columns and the guiding bushes ;

PROPRES — programme for establishing the type and the characteristics of the necessary press.

The programmes have been tested for some items that have made the object of TCM diploma projects.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 4 figs., 5 bibl. paps.

DC : 621.983.32

Nicoară D., Teodorescu, M., Păunoiu, V., Deleanu, Lorena : **Computer aided design of the active area at cold profiling out of strip**

The paper presents the main stages of the technology design and of the rollers set at continuous profiling out of strip. Starting from theoretical considerations it is presented the way of achievement of the deformation stages depending upon the maximum admissible deformation degree on each stage in order to obtain products of an adequate quality. There are shown the block schemes of the calculus prgramme that allow, by means of an electronic computer usage, to be obtained the elements needed for the techonolgy design and the rollers set, including also their drawings on a graphical terminal.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 9 figs., 6 bibl. paps.

SOMMAIRES

CD : 621.983.32

Roşca, A. : **Systèmes flexibles d'usinage par déformation plastique à froid**

L'article fait une description des systèmes flexibles d'usinage par déformation plastique à froid et des principaux directions qui actuellement se développent dans le cadre de ce système. On présente quelques exemples de sistèmes flexibles, utilisés dan les pays techniquement avancés et aussi les réalisations sur le plan national.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7—8, 5 fig., 2 réf. bibl.

CD : 338. 062.214 ; 621-52 ; 621.983.32

Apostolina, Alexandra : **La standardisation des éléments de manipulation pour l'alimentation et l'évacuation des pièces usinéées par déformation plastique à froid**

L'article présente des divers éléments de mécanisation et automatisation enclus dans les lignes automates de poinçonnage et pressage. Elles sont destinées à l'alimentation de la presse, en bande ou en morceaux, au transfert et à l'évacuation des pièces et des déchets résultants. Ces éléments tipisés ont une large utilisation dans les entreprises de l'industrie pour la construction des machines, l'industrie électrotechnique. l'industrie légère.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7—8, 22 fig., 10 tab., 5 réf. bibl.

CD : 621.983.14

Barbu, G. : **Des nouveaux précisions en ce qui concerne le poinçonnage de précision des pièces en acier**

La technologie conforme aux mesures présentées dans cet article conduit à la réalisation des pièces sans bavures, ce qui représente une série d'avantages techniques (la précision dimensionnelle et la qualité des surfaces poinçonnées) résultant d'importantes économies qui consistent en :

— la croissance de la productivité du travail ;

— la réduction des frais matériels et des consommations énergetiques.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7—8, 9 fig., 3 réf. bibl

---

CD : 621.985

Teodorescu, M., Roşca, Cătălina, Stroe, N., Vlad, E. : **Recherches en ce qui concerne la technologie d'emboutissage succesive dans la bande**

L'ouvrage propose une méthodologie de projection de la techologie d'emboutissage dans la bande d'acier laminé à froid pour laquelle a été établi un programme en language FORTRAN. Cette méthodologie a été établie comme suite des recherghes en ce qui concerne : la variation de l'épaisseur de la bande comme suite à l'usinage, la possibilité de l'apparition des interruptions dans la pièce, la manière de répartition des rangées sur le demi-produit.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7—8, 6 fig., 2 tab., 4 réf. bibl.

CD : 338.062.214 ; 621-52 ; 621.983.32

Marin, Gh. : **Ligne automatisée pour le découpage des disques pour les roues des automobiles**

L'article présente quelques aspects de la fabrication automatisée des disques pour les roues des automobiles, en deux variantes :

— avec l'alimentation de la presse avec des bandes continues en rouleaux ;

— avec l'alimentation de la presse avec des feuille de tôle ou des pièces coupées à la quillotine.

La ligne peut être utilisée intégralement ou partielement, en vue de l'alimentation automatisée des pièces.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7—8, 1 fig., 5 réf. bibl.

CD : 338.062.214 ; 621-52 ; 621.983.32

Roşca, A., Garbaşevschi, C., Bedreagă, S., Bobe, S. : **La ligne de transfer pour le pressage des jantes**

L'article présente une ligne de transfert formée de cinq presses mécaniques de 800 kn, utilisée à la fabrication des jantes pour les autoturismes et autocamions, ligne projectée par I.C.T.C.M. et qui fonctionne à la Fabrique des Jantes Drăgăşani. L'article décrie les mécanismes avec lesquels est équipée la ligne et leurs fonctionnement

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7—8, 6 fig.

CD : 621.985

Teodorescu, M., Roşca, Cătălina : **La projection asistée par calculateur de la technologie et de l'equipement technologique pour l'emboutissage des pièces de revolution**

Les étapes de projection d'une technologie d'emboutissage et de l'équipement technologique doivent être parcourues d'un ordre spécial, nécessité qui résulte des dépendances établies entre les grandeurs calculées pendant la projection. Suivant ces étapes l'ensemble des programmes proposé dans cet ouvrage comprendre :

PROTEHN — programme qui réalise des calculs technologiques ;

PRODIP — programme de calcul des dimensions et tolerances de la zone de travail aux éléments actifs ;

PROFOR — programme de calcul de la force, travail mécanique et de la puissance nécessaire pendant NN opérations d'emboutissage ;

PRODIP 2 — programme de calcul pour fixer les dimensions et pour vérifier la plaque active pour toutes les phases d'emboutissage ;

PROPON — programme pour le dimensionnement et la vérification des poinçons ;

PRODIP 1 — programme de dimensionnement et vérification de la plaque de base ;

PROPLACA — programme de calcul des caractéristiques dimensionnales de la plaque supérieure ;

PRODIP 3 — programme pour le dimensionnement des colonnes et des douilles de guidage ;

PROPRES — programme pour déterminer le type et les caracteristiques de la presse nécessaire.

Les programmes ont été testés pour quelques repère qui ont fait l'objet des projets de diplôme TCM.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no 7—8, 4 fig., 5 réf. bibl.

CD : 621.983.32

Nicoară D., Teodorescu, M., Păunoiu, V., Deleanu, Lorena : **Projection à l'aide de l'ordinateur de la zone active à la profilage à froid dans la bande**

L'ouvrage présente les étapes essentielles de la projection de la technologie et de l'ensemble de rouleaux à la profilage continu dans la bande. En partant des considérations théoriques l'ouvrage nous présente la modalité d'obtenir les étapes de deformation en fonction du degré maximum de déformation admissible sur chaque phase pour obtenir des produits de qualité correspondante. L'ouvrage nous montre les schèmes blocs des programmes de calcul, qui permetent, en utilisant l'ordinateur, d'obtenir les élémentes nécessaires pour la projection de la technologie et de l'ensemble de rouleaux y compris les dessins de ces rouleaux sur un terminal graphique.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7—8, 9 fig., 6 réf. bibl.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 621.983.32

Roşca, A. : **Flexible Kaltverformungssysteme**

Der Beitrag beschreibt einige flexible Kaltverformungssysteme, und die wichtigsten Entwicklungsrichtungen derselben. Zugleich werden flexible Kaltverformungssysteme aus anderen hochentwickelten Industrieländern, sowie die eigenen Entwicklungen in unserem Lande dargestellt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7—8, 5 Bild., 2 Lit.

DK : 338.062.214 ; 621-52 : 621.983.32

Apostolina, Alexandra : **Typisierung der Bedienelemente für Lieferung und Abfuhr der kaltverformten Teile**

Der Beitrag stellt verschiedene in den automaten Stanz — und Presslinien eingebaute Mechanisierungs — und Automatisierungselemente dar, die sowohl die Belieferung mit Halberzeugnissen, der Transport und die Abfuhr der Teile und der entstehenden Abfälle sicherstellen. Diese typisierten Elemente werden in grossem Umfange auf dem Gebiet des Maschinenbaus, der Leichtindustrie und Elektrotechnik eingesetzt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7—8, 22 Bild., 10 Taf., 5 Lit.

DK : 621. 983.14

Barbu, G. : **Neue Angaben auf dem Gebiet des Feinstanzens der Stahlteile**

Der Beitrag zeigt einige Massnahmen zwecks Ausführung von gratlosen Teilen, was einige technische Vorteile (Abmassgenauigkeit und Qualität der gestanzten Oberflächen), sowie ökonomische Vorteile (Erhöhung der Arbeitsproduktivität, Reduzierung der Kosten und des Energieverbrauchs) zur Folge hat.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7—8, 9 Bild., 3 Lit.

DK : 621.985

Teodorescu, M., Roşca, Cătălina, Stroe, N., Vlad, E. : **Technologie des reihenweisen Pressziehens aus Stahlband**

Die Arbeit schlägt eine Projektiermethodologie der Pressziehentechnologie aus kaltgewalztem Stahlband vor, für die eine FORTRAN — Programmiersprache entwickelt wurde. Diese Methodologie wurde aufgrund der Forschungen im Bereich der Schwankung der Banddicke infolge der Bearbeitung, der Möglichkeit der Brücheentstehung im Teil und der Verteilungsart der Reihen auf dem Halberzeugnis erstellt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7—8, 6 Bild., 2 Taf., 4 Lit.

DK : 338.062.14 ; 621-52 ; 621.983.32

Marin, Gh. : **Automate Stanzlinie für Auto-Nabenscheiben**

Der Beitrag stellt die automate Ausführung der Auto-Nabenscheiben in 2 Varianten dar, u.zw :

— mit Belieferung der Presse mit kontinuierlichen Rollenbändern ;

— mit Belieferung der Presse mit Blechtafeln aus dem Bund oder mit quillotinegeschnittenen Teilen.

Die Stanzlinie kann vollständig oder nur teilweise zwecks automater Teilelieferung betrieben werden.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7—8, 1 Bild., 5 Lit.

DK : 338.062.214 ; 621-52 ; 621.983.32

Roşca, A., Garbaşevschi, C., Bedreagă, S., Bobe, S. : **Transferstrasse für das Pressen der Autofelgen**

Der Beitrag stellt eine aus 5 mechanischen Pressen von 800 kN bestehende Transferstrasse für Ausführung der von ICTCM projektierten PKW — und LKW — Felgen, dar, die in das Autofelgenwerk Drăgăşani in Betrieb ist. Es werden die Mechanismen mit der die Strasse ausgerüstet ist, sowie deren Funktionsweise beschrieben.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7-8, 6 Bild.

DK : 621.985

Teodorescu, M., Roşca, Cătălina : Rechnergesteuerte **Projektierung der Technologie und Ausrüstung zum Pressziehen der Rotationsteile**

Die Projektieretappen einer Pressziehtechnologie und der technologischen Ausrüstung sollen in einer bestimmten. Reihenfolge zurückgelegt werden, was auf die Abbhängigkeiten zwischen den Rechengrössen im Laufe der Projektierung zurückzuführen ist.

Das in dieser Arbeit vorgeschlagene Programmenpacket enthält :

PROTEHN — Ausführungsprogramm der technologischen Berechnungen ;

PRODIP — Arbeitsprogramm der Abmessungen und Toleranzen des Arbeitsbereichs an Aktivelementen ;

PROFOR — Berechnungsprogramm der Kraft, mechanischer Arbeit und Leistung im Laufe der NN Pressziehvorgänge ;

PRODIP 2 — Berechnungsprogramm der Bemessung Überprüfung der Aktivplatte für alle Pressziehetappen ;

PROPON — Bemessungs und Überprüfungsprogramm der Druckstempel ;

PRODIP — Bemessung und Überprüfungsprogramm der Grundplatte ;

PROPLACA — Berechnungsprogramm der Abmasskenngrössen der Oberplate ;

PRODIP 3 — Bemessungsprogramm für Leitsäulen und Büchsen ;

PROPRES — Programm für die Bestimmung des Pressetypus und Abmessungen

Die Porgramme wurden für einige Teile getestet, die Themen von Projektdiplomen in der Technischen Hochschule darstellten.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7—8, 4 Bild., 5 Lit.

DK : 621.983.32

Nicoară D., Teodorescu, M., Păunoiu, V., Deleanu, Lorena : **Rechnergesteuerte Projektierung der Aktivzone bei der Kaltprofilierung aus Band**

Es werden die Hauptstufen der Projektierung der Technologie und des Rollensatzes bei der Dauerprofilierung aus Band dargestellt. Aufgrund von theoretischen Erwägungen wird die Realisiermöglichkeit der Verformmungsstufen in Abhängigkeit vom maximal zulässigen Verformmungsgrad auf jede Stufe, zwecks Erzielung von Produkten höher Qüalität, dargestellt. Es werden die Übersichteschemen der Rechenprogramme, die mit Hilfe des elektronischen Rechners die Erzielung der fur Projektierung der Technologie und des Rollensatzes notwendigen Elemente, einschliesslich deren Zeichnungen auf einern graphischen Terminal ermöglichen, angegeben.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7—8, 9 Bild., 6 Lit.

DK : 621.985

Roşca, A., Bedreagă, S., Grigoriu, Th. : **Ausführungstechnologie für elastische klippartige Mütter für das PKW — OLTCIT**

Der Beitrag beschreibt die aufgrund von Laborversuchen in I.C.T.C.M. ausgearbeiteten Technologien, zwecks Einführung der industriellen Technologie der elastischen Zusammenbauelemente des PKW — OLTCIT in die Praxis.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7—8, 10 Bild., 3 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

CZ : 621.983.32

Рошка, А. : *Гибкие производственные системы путем холодной пластической деформации*

В статье описываются гибкие производственные системы путем холодной пластической деформации и главные направления, которые, в настоящее время, проявляют стремление развиваться в рамках этой системы. Представляются несколько примеров гибких систем, используемых в странах с повышенным технологическим потенциалом и, также достижения этой области в национальном масштабе.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8, 5 рис., 2 библ. ссылок.

CZ : 338.062.214 : 621.52 : 621.983.32

Апостолина, Александра : *Типизация элементов манипуляции для подачи и удаления деталей, обрабатываемых путем холодной пластической деформации*

Статья представляет различные элементы механизации и автоматизации, внедренные в автоматические линии штамповки и запрессовки. Они предназначены для подачи заготовок с ленты или поштучно, для переноса и удаления деталей и получаемых отходов. Эти типизированные элементы находят широкое применение на машиностроительных предприятиях, в электротехнической промышленности, в легкой промышленности, и т.п.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8, 22 рис., 10 табл., 5 библ. ссылок.

CZ : 621.983.14

Барбу, Г. : *Новые уточнения по прецизионной штамповке стальных деталей*

Соблюдение представленных мер ведет к выполнению деталей без зусенцев, что преставляет собой ряд технических преимуществ (размерная точность и качество отштампованных поверхностей), а также экономических преимуществ, которые заключаются в :

— росте производительности труда ;

— снижении материальных и энергетических расходов.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8.

CZ : 621.985

Теодореску, М., Рошка, Кэтэлина, Строе, Н., Влад, Ф. : *Исследования по технологии последовательной вытяжки из ленты*

Работа предлагает методологию проектирования технологии вытяжки из холоднокатанной стальной ленты для которой была составленна программа на языке ФОРТРАН. Эта методология была установлена в результате исследований, касающихся толщины ленты в результате обработки, возможности появления поломок у детали, способа распределения строк по заготовкам.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8, 6 рис., 2 табл., 4 библ. ссылок.

CZ : 338.062.214 : 621.52 : 621.983.32

Марин, Ге. : *Автоматическая линия для вырезки дисков для автомобильных колес*

Статья представляет автоматическое выполнение дисков для автомобильных колес в двух вариантах :

— вариант с подачей на пресс непрерывных лент в рулонах ;

— вариант с подачей на пресс железных листов из бунта или деталиями, нарезанными гилотинными ножницами. Следует отметить, что линия может быть использована полностью или частично в целях автоматической подачи на пресс.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8, 1 рис., 5 библ. ссылок.

CZ : 338.062.214 : 621.52 : 621.983.32

Рошка, А., Гарбашевски, Ч., Бедрягэ, С. : *Переносная линия для запрессовки автомобильных ободов*

В статье представлена переносная линия, составленная из пяти механических прессов в 800 кН, используемая для производства ободов для легковых и грузовых автомобилей, спроектированных в ИЧТЧМ. Эта линия работает на Заводе ободов для автомобилей Дрэгэшани. Описываются механизмы которыми оснащена линия, а также и способ ее работы.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8, 6 рис.

CZ : 621.985

Теодореску, М., Рошка, Кэтэлина : *Проектирование при помощи ЭВМ технологии и технологического оборудования для вытяжки деталей типа тел вращения*

Этапа проектирования технологии вытяжки и технологического оборудования необходимо проходить в определенном порядке. Эта необходимость вытекает из зависимостей, которые устанавливаются между исчисляемыми в течение проектирования величинами.

Следя за этими этапами пакет програми, предложенный в этой работе содержит :

PROTEHN — программа, которая выполняет технологические расчеты ;

PRODIP — расчетная программа размеров и допусков рабочей зоны у активных элементов ;

PROFOR — расчетная программа силы, механической работы, необходимой мощности во время NN операций вытяжки ;

PRODIP 2 — расчетная программа по определению размеров и проверке активной плиты для всех фаз вытяжки ;

PROPON — программа определения размеров и проверки пуансонов ;

PRODIP 1 — программа определения размеров и проверки основной плиты ;

PROPLACA — расчетная программа размерных характеристик верхней плиты ;

PRODIP 3 — программа для определения размеров колонн и направляющих втулок ;

PROPRES — программа для определения типа и характеристик необходимого пресса.

Программы были испытаны для несколько деталей, которые представляли собой предмет дипломных проектов в ТЧМ.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8, 4 рис., 5 библ. ссылок.

CZ : 621.985.32

Никоарэ, Д., Теодореску, М., Рэпою, В., Деляну, Лорена : *Проектирование при помощи ЭВМ активной зоны при холодном профилировании из лечты*

Работа представляет главные этапы проектирования технологии и набора роликов при непрерывном профилировании из ленты. По теоретическим соображениям показан способ получения этапов деформации, в зависимости от максимальной степени деформации, допускаемой на каждую фазу, для получения изделий соответствующего качества. Приведены схемы блок вычислительных программ, которые позволяют получение необходимых элементов для проектирования технологии и набора роликов, в том числе их чертежей на графическом терминале, используя ЭВМ.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8, 9 рис., 6 библ. ссылок.

CZ : 621.985

Roşca, A., Bedreagă, S., Grigoriu, Th. : **Tehnologie de fabricaţie a piuliţelor elastice şi de tip „clips" pentru autoturismul OLTCIT**

În articol sînt prezentate tehnologiile stabilite pe cale experimentală, în cadrul laboratorului de prelucrări din cadrul ICTCM, pentru implementarea tehnologiei industriale de fabricaţie a elementelor de asamblare elastică din construcţia autoturismului OLTCIT.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 10 fig., 3 ref. bibl

---

CZ : 621.983.32

Teodorescu, M., Ciocan, O., Nicoară, D., Gheorghieş, C. : **Îmbunătăţirea indicilor calitativi la prelucrarea aluminiului prin deformare hidrostatică la rece**

Lucrarea prezintă o serie de rezultate experimentale, rezultate obţinute în urma aplicării procedeului de extrudare hidrostatică asupra unor semifabricate din aluminiu tehnic. Sînt evidenţiate avantajele pe care le are acest procedeu, faţă de extrudarea convenţională, particularităţile sale şi ale echipamentului tehnologic folosit la încercări.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 7 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 621.983.32

Martinescu, I. : **Calitatea pieselor debitate prin forfecare la rece din material semidur cu ajutorul unui dispozitiv cu cuţit mobil rotitor**

Lucrarea prezintă o soluţie constructivă originală a unui dispozitiv de debitare cu cuţit mobil rotitor, utilizat pentru debitarea prin forfecare la rece a barelor din materiale semidure sau chiar dure. De asemenea, sînt prezentate performanţele acestuia cu ajutorul unor parametri calitativi, relativi sau absoluţi, comparativ cu valorile limită admise pentru diferite operaţii de prelucrare mecanică prin presare.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 8 fig., 2 tab., 3 ref. bibl.

CZ : 621.983.32

Ciocan, O., Teodorescu, M., Nicoară, D., Andronic, C. : **Cercetări privind îmbunătăţirea calităţii suprafeţelor cilindrice exterioare la prelucrarea prin deformare plastică superficială**

Lucrarea îşi propune să prezinte cîteva din rezultatele obţinute în urma aplicării procedeului de deformare plastică superficială prin rulare în tehnologiile de finisare a suprafeţelor cilindrice exterioare. S-au evidenţiat avantajele rulării cu role ce au zona de atac dreaptă, avantaje materializate în îmbunătăţirea calităţii suprafeţelor şi a productivităţii acestor operaţii, utilizînd pentru încercări un dispozitiv de concepţie proprie, acţionat hidraulic, fapt care a permis controlul riguros al parametrilor de lucru din timpul experimentărilor.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 6 fig., 4 ref. bibl.

CZ : 621-52 ; 621.983.32

Marin, Gh., Bedreagă, S. : **Automatizarea alimentării cu piese în vrac a preselor**

Lucrarea prezintă posibilităţile de automatizare a alimentării preselor cu piese în vrac, cu aplicaţii curente la „echipamentul pentru îndoit eclise". Se menţionează că prin folosirea acestui echipament se creează posibilitatea ca un operator să lucreze simultan la mai multe maşini.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 5 fig., 3 ref. bibl.

CZ : 66.066

Hiristescu, C., Iatan, R. : **Separarea, în cîmp centrifugal, a unor suspensii din instalaţiile tehnologice ale industriei construcţiilor de maşini**

Prelucrarea fluidelor industriale, în scopul reutilizării lor în fluxurile tehnologice, constituie un complex de operaţii cu importanţă crescîndă în contextul tendinţei de ridicare a fiabilităţii, a calităţii şi în final a eficienţei economice. Un interes deosebit în acest proces îl are separarea fazelor din fluidele sub formă de suspensie, utilizînd metoda cîmpului centrifugal. În lucrare sînt relevate unele domenii în care această metodă se aplică cu succes, trecîndu-se în revistă cîteva rezultate remarcabile obţinute recent, experimental sau în exploatarea industrială. Sînt subliniate datele obţinute în laboratoarele ICTCM, pe un model experimental de separator centrifugal cu talere de construcţie românească, utilizînd suspensii provenite din fluxuri tehnologice curente.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 18 fig., 3 tab., 15 ref. bibl.

DC : 621.985

Roşca, A., Bedreagă, S., Grigoriu, Th. : **Manufacturing techonology for the elastic nuts of the clips type for OLTCIT cars**

The paper presents the technologies established experimentally within the processing labs al I.C.T.C.M. in order to implement the industrial manufacturing technology for the elastic assembly elements needed at OLTCIT cars construction.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 10 figs., 3 bibl. paps.

DC : 621. 983.32

Teodorescu, M., Ciocan, O., Nicoară, D., Gheorghieş, C. : **Improvement of the qualitative coefficients at alluminium processing by cold hydrostatic deformation**

The paper presents a series of experimental results obtained as a consequence of application of the hydrostatic extrusion process upon some blanks out of technical alluminium. There are pointed out the advantages of this process as comparad to the conventional extrusion, its particulars as well as those of the technological equipment used during the tests.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 7 figs., 5 bibl. paps.

DC : 621.983.32

Martinescu, I. : **Quality of parts delivered by shearing at cold out of semihard materials, by means of a device with a rotating mobile cutter**

This paper presents an original constructive solution of a delivering device with a rotative mobile cutter, used of shearing delivery at cold of bars out of semihard or even hard materials. There are also presented its performances by means of some qualitative relative or absolute parameters, with the limit values allowed for different operations of mechanical machining by pressing.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 2 tabs., 3 bibl. paps.

DC : 621,9)3.32

Ciocan, O., Teodorescu, M., Nicoară, D., Andronic. C. : **Researches regarding the improvement of the external cylindrical surfaces at processing by superficial plastic deformation**

This paper proposes to present some of the results obtained as a consequence of the application of the superficial plastic deformation by rolling in the field of the finishing technologies upon the external cylindrical surfaces. There have been pointed out the advantages of the rollers rolling with a right attack area, these advantages being materialized through the improvement of the surfaces quality as well as the productivity of these operations by usage during the tests of an own design device hydraulically driven that allowed a rigurous control of the tests work parameters.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 6 figs., 4 bibl. paps.

DC : 621-52 ; 621.983.32

Marin, Gh., Bedreagă, S. : **The supply automatization of the presses with pieces in bulk**

The paper presents the automatization possibilities of the presses supply with pieces in bulk, with actual applications to „Clips bending equipment". By using this equipment, an operator may work simultaneously at many machines.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 5 figs., 3 bibl. paps.

DC : 66.066

Hiristescu, C. : **Separation in centrifugal field of some suspensions in the technological plants of machine building industry**

Industrial fluids processing in view of their reusage inside the technological flows makes up a series of operations of an ever growing importance within the tendency of rise of the reliability, of the quality and finally of the economic efficiency. Of a special interest during this process are the separation phases from the fluids in a slurry form, by usage of the centrifugal field method. The paper points out some fields applying with success this method, there being reviewed some of the outstanding results recently obtained experimentally or under industrial operation. There are underlined the data obtained in the I.C.T.C.M. labs on an experimental model of centrifugal separator with plates of Romanian manufacture, using slurries out of current technological flows.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 7—8, 18 figs., 3 tabs., 15 bibl. paps.

CD : 621.985

Roşca, A., Bedreagă, S., Grigoriu, Th. **Technologie de fabrication des écrous élastiques et de type clip pour l'autoturisme OLTCIT**

L'article décrit les technologies experimentées dans les laboratoires d'usinage d'I.C.T.C.M. Bucureşti pour introduire la nouvelle technologie industrielle de la fabrication des élements d'assemblage élastique, dans la construction de l'autoturisme OLTCIT.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7—8, 10 fig., 3 réf. bibl.

CD : 621.983.32

Teodorescu, M., Ciocan, O., Nicoară, D., Gheorghieş, C. : **L'amélioration des indices qualitatifs à l'usinage d'aluminium par déformation hidrostatique à froid**

L'ouvrage présente une série de résultats expérimentaux qui sont obtenus comme suite à l'application du processus d'extrudage hidrostatique pour les demi-fabriqués d'alumniu technique. Sont mis en évidence les avantages de ce processus en comparaison avec l'extrudage conventionnel, les particularités et de l'équipement technologique utilisé aux épreuves

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7—8, 7 fig., 5 réf. bibl.

CD : 621.983.32

Martinescu, I. : **La qualité des pièces debitées par coupage à froid du materiel à demi dur à l'aide d'un dispositif à couteau mobile rotatif**

L'ouvrage nous montre une solution constructive originale d'un dispositif de debitage à couteau mobile rotatif, utilisé pour le debitage par coupage à froid des barres en matériaux demi-durs ou même durs. Aussi sont presentées des performances de ce dispositif à l'aide de quelques paramètres qualitatifs relatifs ou absoluts en comparaison avec les valeurs limites admises pour diverses opérations d'usinage mécanique par pressage.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7—8, 8 fig., 2 tab., 3 réf. bibl.

CD : 621.983.32

Ciocan, O., Teodorescu, M., Nicoară, D., Andronic, C. : **Recherches en ce qui concerne l'amélioration des surfaces cylindriques extérieures par déformation plastique superficielle**

L'ouvrage a comme but de présenter quelques résultats obtenus comme suite à l'application du processus de déformation plastique superficielle par roulement dans les technologies de finissage des surfaces cilindriques extérieures. Ont été evidentiés les avantages du roulement à galets qui ont la zone d'attaque droite, des avantages matérialisés dans l'amélioration de la qualité des surfaces et de la productivité de ces opérations, en utilisant pour les essais un dispositif de conception propre actioné hydraulique ce qui a permis le contrôle rigureux des paramètres de travail pendant les expérimentations.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7—8, 6 fig., 4 réf. bibl.

CD : 621-52 ; 621.983.32

Marin, Gh., Bedreagă, S. : **L'automatisation de l'alimentation des presses avec des pièces en vrac**

L'article présente les possibilités d'automatisation des presses avec des pièces en vrac, avec des applications concrètes concernant „l'equipement pour le courbement des éclisses". On souligne qu'à la suite de l'utilisation de cet équipement, un seul opérateur peut travailler simultanèment à plusieurs machines.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7—8, 5 fig., 3 réf. bibl.

CD : 66.066

Hiristescu, C., Iatan, R. : **La séparation, à champ centrifugal, de quelques suspensions dans les installations technologiques de l'industrie pour les constructions mécaniques**

La préparation des fluides industrielles au but de leur réutilisation dans les fluxes technologiques, concerne un complexe d'opérations dont l'importance est croissante vis à vis de la tendance d'augmentation de la fiabilité, de la qualité et, finalement de l'efficience économique. Un intérêt particulier dans ce processus présent la séparation des phases des fluides en état de suspension par l'utilisation de la méthode de champ de centrifugation. L'ouvrage met en évidence les domaines où cette méthode s'applique à succes, tout en passant en revue quelques résultats obtenus récemment à l'étape expérimentale ou à l'exploitation industrielle. On y remarque les données obtenues aux laboratoires de l'I.C.T.C.M. sur un model expérimental de séparateur centrifuge à assiettes de construction roumaine, en utilisant des suspensions provenent des fluxes téchnologiques courrants.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 7—8, 18 fig., 3 tab., 15 réf. bibl.

DK : 621.983.32

Teodorescu, M., Ciocan, O., Nicoară, D., Gheorghieş, C. : **Erhöhung der Qualitätskenngrössen bei der Al — Bearbeitung durch hydrostatische Verformung**

Die Arbeit stellt eine Reihe von Prüfergebnissen der Anwendung des hydrostatischen Spritzverfahrens auf Al — Halberzengnisse dar. Die Vorteile dieses Verfahrens gegenüber dem konventionellen Spritzen, seine Eigentümlichkeiten und diejenigen der Versuchsansrüstung werden hervorgehoben.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7—8, 7 Bild., 5 Lit.

DK : 621.983.32

Martinescu, N. : **Qualität der kaltgescherten halbharten Teile mit Hilfe einer Vorrichtung mit beweglichem Drehmesser**

Es wird die originalle Baulösung einer Schervorrichtung mit bewegbarer Drehmesser zwecks Kaltscheren der halbharten oder sogar harten Stangen dargestellt. Zugleich werden die Leistungen derselben mit Hilfe von relative oder absoluten Qualitätskenngrössen im Vergleich zu den maximal zulässigen Grnzwerten für verschiedene mechanische Pressbearbeitungen dargestellt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7—8, 8 Bild., 2 Taf., 3 Lit.

DK : 621.983.32

Ciocan, O., Teodorescu, M., Nicoară, D., Andronic, C. : **Qualitätserhöhung der zylindrischen Aussenflächen in der plastichen Oberflächenverformung**

Es werden einige Ergebnisse der Anwendung des plastischen Rollverformungsverfahrens der Oberflächen in den Nachbearbeitungstechnologien für zylindrische Aussenflächen dargestellt. Die Vorteile der Rollenvälzung in der rechten Angriffzone Enhöhung der Oberflächenqualität und der Produktivität dieser Arbeitsgänge) unter Anwendung einer eigenen hydraulisch angetriebenen Vorrichtung, die eine strenge Kontrolle der Betriebskenngrössen während der Proben ermöglichte wurden hervorgehoben.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7—8, 6 Bild., 4 Lit.

DK : 621-52 : 621.983.32

Marin, Gh., Bedreagă, S. : **Automatisierung der Schütteilezufuhr**

Der Beitrag zeigt die Automatisiermöglichkeiten der Schütteilezufuhr mit konkreter Anwendung auf Laschenbiegeeinrichtung. Es wird hervorgehoben, dass die Anwendung dieser Einrichtung dem Bediener die Möglichkeit des gleichzeiting Betreibens mehrerer Maschinen gibt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7—8, 5 Bild., 3 Lit.

DK : 66.066

Hiristescu, C., Iatan, R. : **Rechneregesteuertes Projektieren der Technologie und der technologischen Ausrüstung für Pressziehen der Umlaufteile**

Die Verarbeitung der industriellen Flüssigkeiten zwecks Wiederverwendung in den technologischen Prozessen, stellt einen Komplex von Arbeitsgängen mit steigender Bedeutung im Kontext der Erhöhung der Betriebssicherkeit, Qualität und letzten des der Wirtschaftlichkeit dar. Besonders interessant ist in diesem Prozess die Trennung der Phasen aus den Flüssigkeiten in Form von Suspensionen, durch Anwendung der Methode des zentrifugalen Felds. In der Arbeit werden einige Gebiete hervorgehoben, auf denen diese Methode mit Erfolg angewandt wird, und eine Anzahl von hervorragenden kürzlich, experimentell oder in der industriellen Anwendung, erzielten Ergebnisse hervorgehoben. Es werden die in den Labors des I.C.T.C.M. auf einem experimentellen Modell eines Tellerzentrifugalseparatoren in Rumänien hergestellten durch Anwendung der Suspensionen aus den laufenden technologischen Prozessen erzielten Daten unterstrichen.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 7—8, 18 Bild., 3 Taf., 15 Lit.

CZ : 621.985

Рошка, А., Бедрягэ, С., Григориу, Тх. : *Технология производства упругих гаек и типа зажима для автомобиля* OLTCIT

В статье представлены технологии, установленные опытным путем в рамках лаборатории обработок в рамках ИЧТМ для внедрения промышленной технологии производства элементов для упругой сборки в конструкции автомобиля OLTCIT.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8, 12 рис., 3 библ. ссылок.

CZ : 621.983.32

Теодореску, М., Чокан, О., Никоарэ, Д., Георгиеш, К. : *Улучшение качественных показателей при обработке алюминия путем гидростатической холодной деформации*

Работа представляет ряд экспериментальных результатов, полученных путем применения способа гидростатического экструдирования у заготовок из технического алюминия. Были показаны преимущества этого способа по сравнению с традиционным экструдированием, особенности его, а также особенности технологического оборудования, используемого при испытании.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8, 7 рис., 5 библ. ссылок.

CZ : 621.983.32

Мартинеску, И. : *Качество деталей, отрезанных холодной резкой из полутвердого материала при помощи приспособления с подвижным вращающим резцом*

Работа представляет оригинальное конструктивное решение отрезного приспособления с подвижным вращающим резцом, используемого для холодной отрезки прутков из полутвердых, и даже твердых, материалов Также представлены его приемущества при помощи относительных или абсолютных параметров по сравнению с допускаемыми предельными значениями различных операций механической обработки запрессовкой.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8, 8 рис., 2 табл., 3 библ. ссылок.

CZ : 621.983.32

Чокан, О., Теодореску, М., Никоарэ, Д., Андроник, К. : *Исследования по улучшению качества наружных цилиндрических поверхностей при обработке путем поверхностной пластической деформации*

Работа ставит своей целью представить несколько из полученных результатов в результате применения способа поверхностной пластической деформации накаткой в технологиях по чистовой обработки наружных цилиндрических поверхностей. Были показаны преимущества накатки роликами с правосторонней рабочей зоной, конкретизированы и улучшении качества поверхностей и производительности этих операций, используя для испытания приспособление собсвенной концепции, которое приводится гидравлически. Это позволило строгий контроль за рабочими параметрами во время экспериментов.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8, 6 рис., 4 библ. ссылок.

CZ : 621.52 : 621.983.32

Марин, Г., Бедрягэ, С. : *Автоматизация подачи деталей на пресс насыпью*

Работа представляет возможности автоматизации подачи деталей на пресс насыпью с применением к «Оборудованию для гибки накладок». Отмечается, что при использовании этого оборудования создается возможность работы оператора у нескольких станков одновременно.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8, 5 рис., 3 библ. ссылок.

CZ : 66.066

Христеску, К., Ятан, Р. : *Сепарация в центробежном поле некоторых взвесей технологических установок машиностроительной промышленности*

Обработка промышленных жидкостей в целях повторного использования в технологических потоках является комплексом операций с возрастающим значением в контексте тенденции подъема надежности, качества и в конце экономической эффективности. Особый интерес в этом процессе состоит в сепарации фаз в жидкости в форме взвеси, используя метод центробежного поля. В работе представлены некоторые области в которых этот метод применяется с успехом, рассматриваются некоторые важные результаты, недавно полученные экспериментально или в промышленной эксплуатации. Были подчеркнуты данные, полученные в лабораториях ИЧТЧМ на экспериментальной модели тарелчатого центробежного сепаратора румынской конструкции, используя взвеси от текущих технологических потоков.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 7—8 18 рис., 3 табл., 15 библ. ссылок.

CZ : 621.983.32

Sisteme flexibile de prelucrare prin deformare plastică la rece

Ing Aurel **ROȘCA** — I.C.T.C.M. București

Noțiunea de **flexibilitate** înseamnă capacitatea de modificare a unui sistem tehnologic în vederea adaptării la noi posibilități de fabricație.

Flexibilitatea în fabricație apare ca necesară în vederea creșterii productivității, în cazul unei fabricații mici sau mijlocii, dar și în cazul unei fabricații de masă, datorită tendinței actuale de scurtare a duratei de viață a unui produs la numai 2—5 ani.

În această situație, utilajele specifice prelucrării prin deformare la rece, care au în general o durată de viață de 15—20 ani, n-ar mai putea fi amortizate într-un timp atît de scurt, astfel încît adaptarea sistemelor flexibile devine salutară și pentru fabricația de masă.

În cazul prelucrărilor prin deformare plastică la rece, seriile mici și mijlocii prezintă o pondere de circa 60%, astfel încît avantajul flexibilității se manifestă prin posibilitatea trecerii rapide de la fabricarea unui produs la altul.

Aceasta presupune modificarea întregului ciclu tehnologic adică : manipularea semifabricatelor, efectuarea operațiilor de bază, evacuarea și depozitarea, în general, totalitatea operațiilor necesare pînă la obținerea produsului finit.

În procesul de fabricație prin deformare plastică la rece, timpii-auxiliari, cum sînt alimentarea cu semifabricate poziționarea, evacuarea și scoaterea pieselor, au o pondere mult mai mare, în raport cu timpul efectiv de prelucrare, de aceea creșterea productivității muncii se realizează tocmai prin automatizarea acestor operații auxiliare.

În privința sistemelor flexibile de prelucrare prin ștanțare, s-au conturat cîteva direcții, care tind să se dezvolte în diferite țări.

Una din direcții se bazează pe utilizarea roboților industriali, iar a doua direcție — pe folosirea unor unități de presare specializate, cum sînt, de exemplu, centrele de prelucrare a tablelor, cu comandă numerică.

În domeniul fabricației automatizate flexibile prin presare la rece, eforturile depuse se concentrează, în principal, asupra următoarelor :

— tehnologia de prelucrare — adică tipuri noi de utilaje de presare și deformare, tipuri noi de scule ;

— automatizarea operațiilor auxiliare — alimentarea cu semifabricate, transferul și sortarea acestora ;

— fluxul de informații în vederea mașinilor și a sistemelor.

Alegerea sistemului flexibil se face în funcție de anumite criterii cum sînt : mărimea seriei de fabricație, complexitatea geometrică și precizia impusă pieselor de prelucrat.

Utilizarea roboților industriali, în cadrul sistemelor flexibile de prelucrare a tablelor, presupune adaptarea acestora la condițiile specifice acestui proces.

Aceasta se referă la o cinematică simplificată de deplasare a semifabricatului și necesită o poziționare suficient de precisă în matriță, la eliminarea presei și la folosirea rațională a utilajului de presare.

În acest caz este rațional să se folosească roboți cu un număr limitat de grade de mobilitate și un sistem ciclic de comandă.

Schema de alegere a structurii tehnologice a unui sistem flexibil de presare, cu roboți industriali este prezentată în figura 1.

Caracteristica cea mai importantă a robotului este capacitatea de încărcare, aceasta fiind influențată de mărimea și gabaritul piesei, de dimensiunile geometrice ale utilajului de presare, precum și de echipamentul de ștanțare.

Tipul semifabricatului determină echipamentul tehnologic auxiliar și în special tipul dispozitivelor pentru alimentare.

În privința mecanismelor de alimentare cu semifabricate, se constată că este rațională utilizarea mijloacelor tradiționale : deruloare, mecanisme de avans, manipulatoare.

Un efect pozitiv se poate obține prin combinarea optimizată, rațională, a acestor mijloace, folosirea roboților industriali și alegerea procesului tehnologic corespunzător.

Pentru dezvoltarea sistemelor flexibile de presare utilizînd roboți industriali, este necesară elaborarea unor norme de fiabilitate și de durabilitate a acestora, de determinare a ciclului de reparații preventive, planificate, precum și elaborarea criteriilor de apreciere a folosirii sistemelor flexibile, în funcție de volumul de muncă al proceselor tehnologice, de condițiile de lucru și de volumul de producție planificat și realizat.

O condiție obligatorie pentru introducerea sistemelor flexibile o constituie organizarea producției „în grup".

În figura 2 se prezintă un sistem flexibil robot-presă, elaborat de firma japoneză TOSHIBA CORP și KOMATSU, pentru automati-

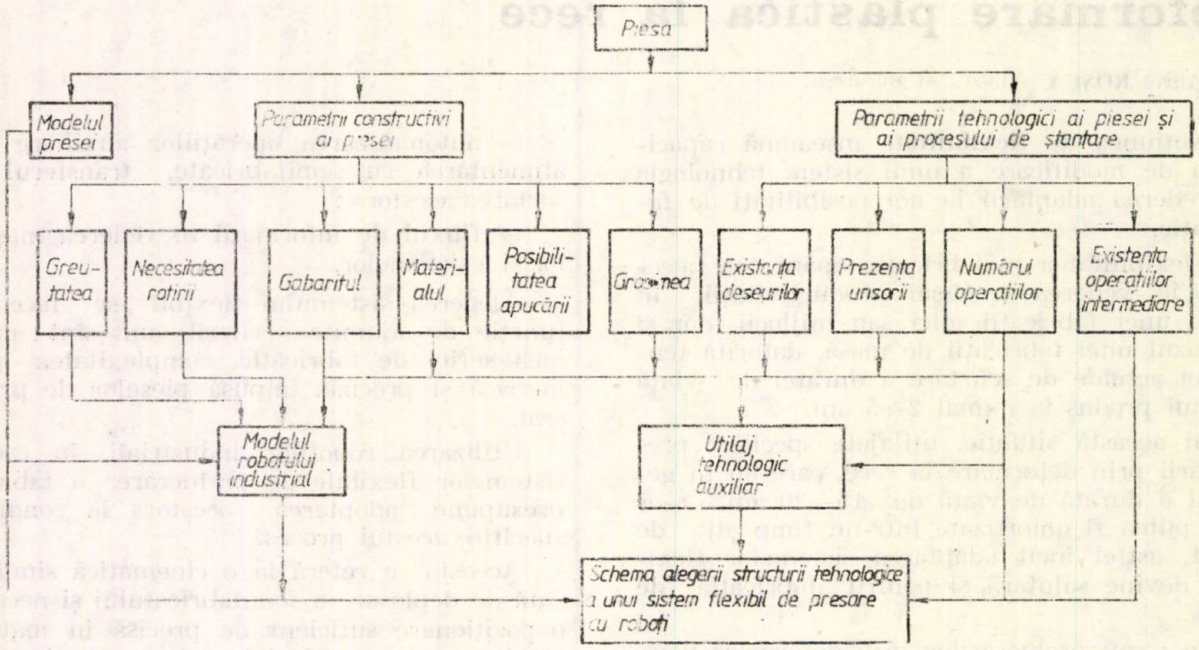


Fig. 1 Schema alegerii structurii tehnologice a unui sistem flexibil de prelucrare prin presare, utilizînd roboți industriali.

Aceasta, după cum se știe, se caracterizează prin atribuirea unui număr restrîns de piese, relativ asemănătoare din punct de vedere constructiv și deci și tehnologic ; apoi este necesar să se determine și să se planifice componența și ordinea operațiilor de executat, în cadrul acestor tehnologii de grup, precum și frecvența și durata loturilor respective de piese.

O direcție importantă în dezvoltarea sistemelor flexibile o constituie crearea unor module cu mare universilitate, cu posibilități de reglare rapidă a utilajelor.

Structura pe module permite creșterea fiabilității, reducerea duratei necesare pentru proiectare, execuție și introducerea în exploatare.

Acest procedeu permite producătorilor formarea diverselor linii flexibile necesare, din modulele respective.

Modulele flexibile pot fi prevăzute cu dispozitive de comandă program, de încărcare și descărcare, de transport între operații, dispozitive pentru înlăturarea deșeurilor, pentru schimbarea semifabricatelor și matrițelor, pentru controlul funcționării utilajului, pentru controlul stării sculelor și calității produselor obținute.

Ele pot funcționa automat, putînd fi înglobate într-un sistem de rang superior, celulă sau linie flexibilă de presare.

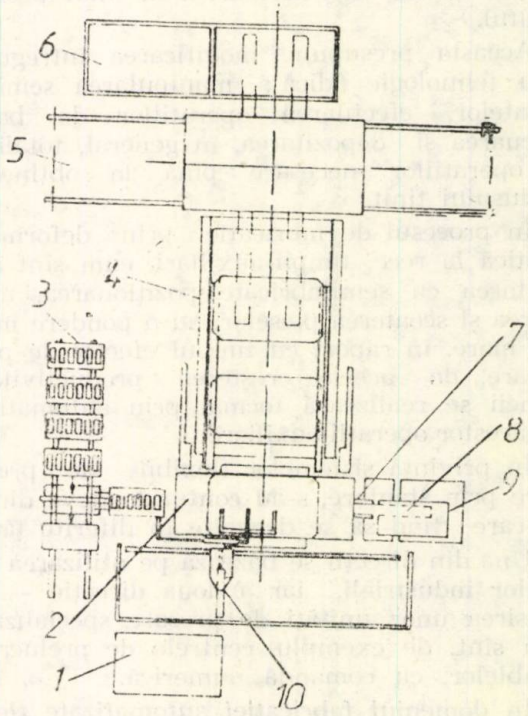


Fig. 2 Sisteme flexibile robot-presă elaborat de firma TOSHIBA-CORP, KOMATSU.

1 — panoul de comandă ; 2 — presă ; 3 — alimentator pentru semifabricat ; 4 — dispozitiv pentru schimbarea matrițelor ; 5 — macara ; 6 — magazie de matrițe ; 7 — transformator ; 8 — transportor pentru deșeuri ; 9 — magazie cu dispozitive ; 10 — robot industrial.

zarea unui nomenclator larg de produse de serie mică, stanțate din tablă de cupru, oțel moale și inoxidabil, pentru aparatură electrotehnică.

Acest sistem conține următoarele componente independente ; robotul, presa cu excentric, alimentatorul cu semifabricate, dispozitivul pentru schimbarea rapidă a matrițelor, magazia de matrițe și sistemul de comandă.

Robotul de tip electromagnetic introduce în spațiul de lucru al presei semifabricate de orice formă și elimină piesele finite în regim automat. Este alcătuit din ansamblul mecanic, sistemul de măsurare și de urmărire, panoul de comandă și display-ul ; este montat în fața presei și se deplasează pe șine.

Are patru grade de libertate : două pe axa x_1, x_2 și celelalte două pe axa y și pe axa z.

Deplasarea după axa x_1 se realizează pentru introducerea semifabricatelor în matriță, iar de-a lungul axei x_2, pentru îndepărtarea simultană a produselor finite.

Brațul robotului este prevăzut cu ventuze cu vid dar pot fi folosite și sisteme de prindere electromagnetice. Capacitatea sa de încărcare este de pînă la 7 kg.

Viteza de deplasare, în lungul axei x_1, este de 1500 mm/s, în lungul axei x_2 de 750 mm/s, iar în lungul axelor y și z de 500 mm/s. Programarea mișcărilor robotului se face în regim de dialog, printr-un display cu tastatură.

Utilajul de bază este o presă cu excentric (KOMATSU OGW 150) de 1500 kN, cu batiu deschis, cu masa avînd lățimea mare, în vederea utilizării unor ștanțe cu mai multe posturi.

În presă sînt montate dispozitive suplimentare, pentru prinderea matrițelor, plăci de primire și dispozitive pentru alegerea matrițelor necesare.

Un mecanism pentru reglarea distanței între masă și berbec permite controlul poziției inferioare a berbecului și asigură indicarea înălțimii matrițelor în stare închisă.

Cu ajutorul unor dispozitive suplimentare, se poate realiza schimbarea rapidă a matrițelor, cu telecomandă de la un telecomputer central, în momentul schimbării fabricației.

Alimentatorul cu semifabricate este instalat în stînga presei.

Cu ajutorul unui transportor cu lanț, sînt aduse cinci palete, în fiecare paletă fiind așezate 6 magazii ; înălțimea pachetului de semifabricate este de 320 mm.

În poziția extremă, paleta este ridicată pe cale pneumatică și apoi deplasată spre presă în poziția de descărcare.

Un dispozitiv cu electromagneți separă semifabricatele pentru a se evita alimentarea cu două semifabricate în matriță.

Dispozitivul pentru schimbarea matrițelor se află în spatele presei.

Acest dispozitiv cuprinde mecanismul pentru cuplarea și decuplarea automată a furtunelor de debitare a aerului comprimat și a lichidului de ungere a matriței.

Matrițele pot fi schimbate în circa trei minute, fără intervenția operatorului.

Magazia cu matrițe este amplasată în apropierea dispozitivului de schimbare a matrițelor, fiind de fapt niște rafturi automatizate deplasabile prin intermediul unui stivuitor.

Pachetele de matrițe sînt instalate pe o platformă comună, în combinații necesare pentru diferite operații.

Dimensiunile de gabarit ale pachetului sînt de 1200 x 100 x 400 mm, cu o masă maximă de 600 Kg.

Matrițele necesare sînt asigurate în conformitate cu comandă primită de la computerul principal.

Sistemul de comandă se bazează pe o schemă ierarhizată.

Computerul principal dirijează întreg procesul de producție.

Funcțiile de bază ale computerului sînt : planificarea producției, controlul condițiilor de producție și de întreținere a matrițelor, comanda funcționării magaziei cu matrițe, afișate sub forma imprimată a datelor referitoare la funcționarea presei, afișarea graficelor de producție și altele.

Dimensiunile semifabricatelor pot varia între : $(10 \ldots 120) \times (30 \ldots 200) \times (0{,}5 \times 8)$ mm.

Direcția principală de dezvoltare și perfecționare a sistemelor flexibile folosind roboți industriali constă în construcția acestora pe principiul modulelor.

Un rol important în realizarea acestora îl are standardizarea componentelor și utilizarea lor corespunzătoare în definitivarea tehnologiilor de prelucrare a tablelor.

În ceea ce privește prelucrarea tablelor subțiri de dimensiuni mari și avînd contururi complicate, s-a dezvoltat — în ultimul timp — tăierea conturată cu ajutorul laserului.

În cazul fabricației de serie zero sau unică, tăierea cu laser este adesea singura alternativă rentabilă, față de procedeul convențional, datorită flexibilității maxime a materialului piesei.

Cel mai răspîndit dintre sistemele folosite pentru tăierea tablelor subțiri este deplasarea piesei în coordonate, laserul rămînînd fix. Acest procedeu are marele avantaj că se asigură eliminarea pieselor după prelucrare, fără a perturba procesul de prelucrare.

Procedeele combinate, de ștanțare clasică și tăiere cu laser, se utilizează atunci cînd piesele au, pe lîngă un contur mare și complex, și un mare număr de găuri.

Aceste găuri se pot executa mecanic, de regulă, mai ușor decît prin procedee termice.

Tot în vederea prelucrării pieselor din tablă, de gabarit mare și forme complexe, se utilizează curent centre de prelucrare cu comandă numerică.

Deși investițiile pentru aplicarea acestor tehnologii sînt mari, amortizarea lor se face într-un termen acceptabil, deoarece și automatizarea se face și se controlează prin comandă numerică.

Dacă se echipează un centru de prelucrare a tablei cu comandă numerică cu depozite automatizate pentru panourile de tablă și pentru piese finite și cu instalații automate de încărcare-descărcare, se obține o celulă care permite prelucrarea unor piese diferite.

În figura 3 se prezintă o celulă flexibilă pentru prelucrarea tablelor plane folosite în Suedia.

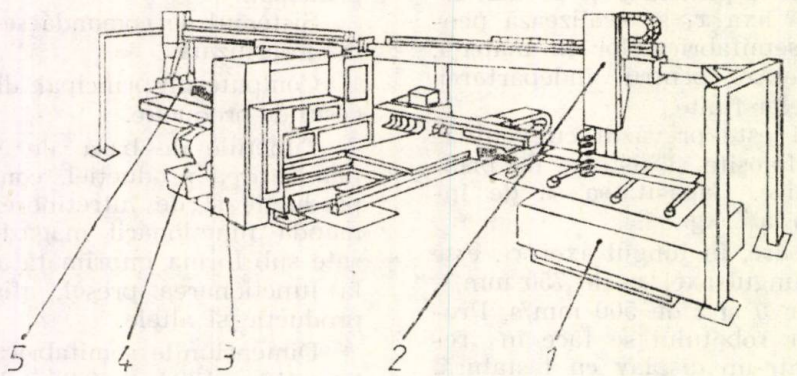


Fig. 3 Celulă de fabricație pentru prelucrarea pieselor plane.

1 — magazie pentru semifabricate ; 2 — căruciorul pentru alimentare ; 3 — centru de prelucrare ; 4 — transportor pentru deșeuri ; 5 — transportor pentru piese prelucrate.

Aceasta se compune din depozite pentru semifabricate, sisteme de transport tip portal, centru de prelucrare, transportor pentru piese prelucrate și transportor pentru deșeuri.

Prinderea semifabricatelor se face cu ajutorul ventuzelor.

Semifabricatele sînt așezate în depozit, de aici sînt preluate de transportor prin intermediul unui sistem de ventuze cu vacuum și depuse pe masa centrului de prelucrare.

Deplasările succesive ale mesei cu semifabricate, în raport cu posturile de prelucrare, sînt asigurate de o instalație cu comandă numerică.

Celulele flexibile pentru prelucrarea pieselor mărunte din tablă de diferite forme cuprind combinații de prese tip revolver cu comandă numerică și unități de îndoit, precum și instalații de transport între unitățile de presare și, de asemenea instalații de evacuare și depozitare.

În țara noastră au fost proiectate și executate, în cadrul Institutului de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mașini Unelte (I.C.S.I.T.M.U. — Titan), mai multe unități flexibile de prelucrare a tablelor ; ca utilaj de bază s-a folosit presa de tip revolver, cu posturi circulare de presare pentru prelucrarea panourilor.

Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Industria Construcțiilor de Mașini (I.C.T.C.M.) a proiectat și executat o unitate flexibilă de prelucrare a tablelor cu ajutorul laserului (fig. 4).

Aceasta este concepută pe principiul instalației laser fix și semifabricat deplasabil. Este compusă din trei echipamente principale :

— echipamentul laser cu CO_2, masă pentru fixarea semifabricatului și deplasarea lui în coordonate ;

— echipament CNC și unitatea electrică de comandă.

Echipamentul laser cu CO_2 este format din grupul de alimentare cu gaz, o sursă de alimentare laser și un cap de lucru. Masa, pe care se fixează semifabricatul, se deplasează pe două direcții (x și y), prin intermediul unor grupuri de acționare cu șuruburi cu bile, prin servomontare cu rotor disc de tip SRD, prevăzute cu tahogenerator și traductor incremental tip TIRO.

Echipamentul de comandă numerică este alcătuit dintr-un NUMEROM 455 L și instalația electrică de comandă convențională și control.

Pe această instalație se pot prelucra conturat table cu dimensiunile semifabricatului de 1000 x 2000 mm putîndu-se realiza contururi închise și deschise de formă complexă, în special pentru piese cu caracter de unicat sau serie mică, unde nu este economică o pregătire de fabricație convențională.

Se pot prelucra table din oțeluri de uz general, oțeluri aliate pentru scule, oțeluri inoxidabile cu grosimi pînă la 6 mm.

Viteza tehnologică de deplasare este de 0,1 pînă la 8 m/min, cu precizie de conturare de ± 0,1 mm/m.

— tronsonul de preîmpachetare — format din benzi pentru transportarea și dirijarea tolelor către paletele de sortare.

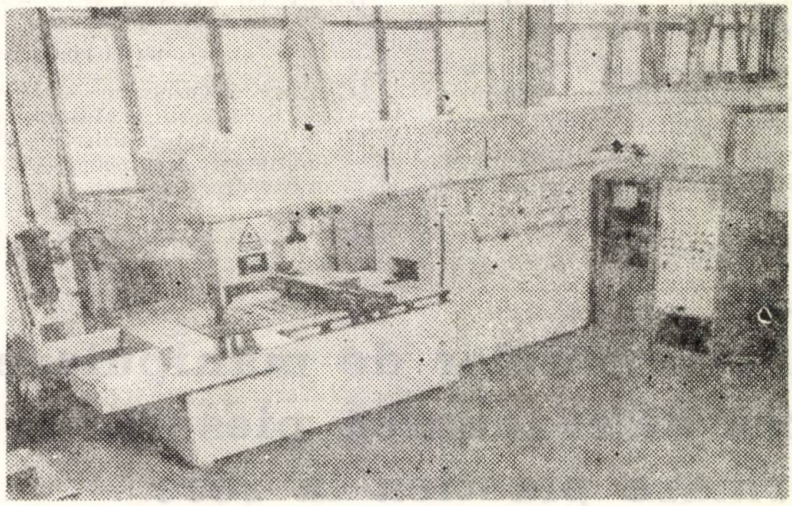


Fig. 4 Instalație laser CO_2—400 pentru tăiere conturată și debitare de precizie.

Tot în cadrul I.C.T.C.M., a fost proiectată o linie flexibilă pentru debitarea și sortarea tolelor de transformator pentru Întreprinderea de Transformatoare Filiași (fig. 5). Pe această linie se pot decupa și sorta tole pentru transformatoare de putere medie de la 15 la 1600 KW A. Linia este formată din trei tronsoane :

— tronsonul de alimentare este compus dintr-o unitate primire și transportat rulourile de tablă către unitatea de bază (formată dintr-un derulator cu patru posturi de încărcăre și dintr-un sistem de apăsare a ruloului), din postul de lucru, precum și un dispozitiv de debavurare ;

— tronsonul de debitare — format din unități de ștanțare, de perforare și separare a tolelor precum și unități de avans și conducerea acestora ;

Dimensiunile tolelor utilizate :

— lungimea : min. 230 ... max. 1200 mm;

— lățimea : min. 40 ... max. 250 mm.

Tolele sînt sortate sub formă de pachete de o anumită lungime și cu lățimi variabile, dispuse astfel încît să poată fi înscrise într-un cerc cu diametrul de maximum 250 mm.

Întreg procesul de fabricație este condus de la un calculator central.

Linia lucrează în mod automat ; se introduc în calculator date cu privire la geometria transformatorului, numărul de tole dintr-un pachet precum și numărul total de tole.

Aceste date sînt preluate de calculator și prelucrate în vederea următoarelor determinări :

— stabilirea poziției unităților de lucru în raport cu originea ;

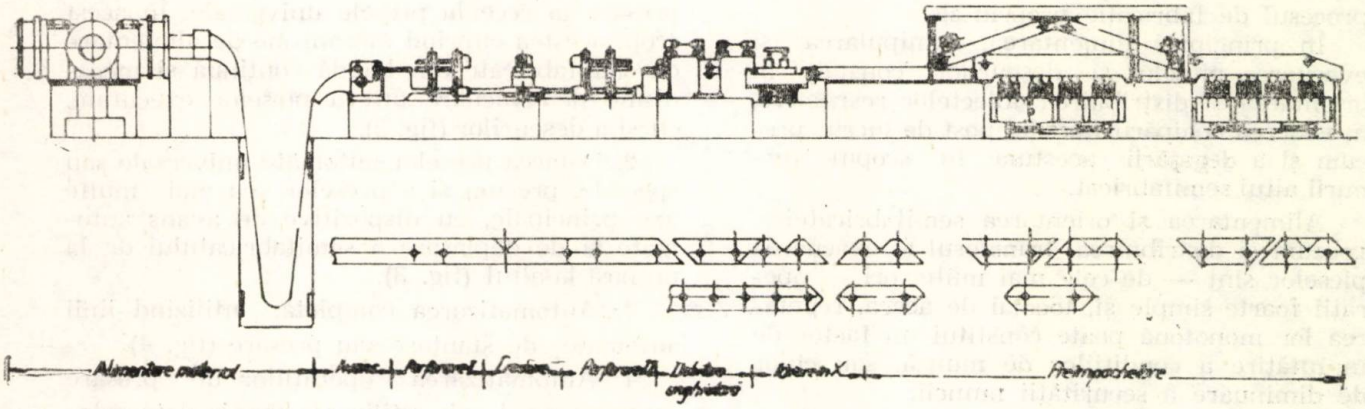


Fig. 5 Linie flexibilă pentru debitat și preîmpachetat tole pentru transformatoare de putere medie.

— avansul semifabricatului și al tolelor detașate ;

— ordinea acționării unităților de lucru.

Productivitatea liniei este de 5000 transformatoare echivalente cu 400 KVA pe an.

Se menționează, în încheiere, preocuparea continuă a I.C.T.C.M. în legătură cu tipizarea elementelor auxiliare pentru alimentarea, transferul sau evacuarea pieselor, utilizate în cadrul echipamentului și liniilor de presare și pentru adoptarea acestora în sistemele flexibile de prelucrare prin presare, acțiune care se desfășoară pe plan național, în strînsă colaborare cu I.C.S.I.T.M.U. — Titan.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x : Kuznecino — Pressoboe Masinostroenie — Seria 3, Nr. 6, Moscova 1985.

[2] x x x : Automatisierte Blechteilefertigung in mittleren Losgroben. Metallbearbeitung, ianuarie, 1984.

CZ : 338.062.214 : 621-52 : 621.983.32

Tipizarea elementelor de manipulare pentru alimentarea și evacuarea pieselor prelucrate prin deformare plastică la rece

Ing. Alexandra **APOSTOLINA** — I.C.T.C.M. București

Introducere

Progresul tehnologic contemporan, extinderea diversificării produselor (ca urmare a necesităților mereu crescînde în industrie) și, în același timp, concentrarea și specializarea producției în vederea lărgirii cooperării pe plan național au impus aplicarea tipizării și în domeniul deformării plastice la rece.

În industria constructoare de mașini contemporană, mecanizarea și automatizarea proceselor de fabricație ușurează și modifică în mod radical caracterul muncii ; crește productivitatea acesteia și se creează condițiile necesare pentru lichidarea deosebirilor esențiale între munca intelectuală și cea fizică.

Analizînd procesele de fabricație, se constată faptul că o mare parte a timpului de producție se consumă pentru operații de manipulare a materialelor, pieselor și sculelor, acesta reprezentînd 60% din timpul necesar pentru procesul de fabricație propriu-zis.

În principiu, alimentarea, manipularea și evacuarea pieselor și deșeurilor constau în orientarea și distribuirea obiectelor respective, în vederea echipării fiecărui post de lucru, precum și a degajării acestuia în scopul primirii altui semifabricat.

Alimentarea și orientarea semifabricatelor, precum și distribuirea, transferul și evacuarea pieselor sînt — de cele mai multe ori — operații foarte simple și, tocmai de aceea, repetarea lor monotonă poate constitui un factor de înrăutățire a condițiilor de muncă, sau chiar de diminuare a securității muncii.

În cursul proceselor de prelucrare uzuale, timpul de prelucrare propriu-zis reprezintă circa 20—25%.

Producția de piese ștanțate se pretează la mecanizare și automatizare și, în prezent, ea se dezvoltă în direcția elaborării și introducerii în fabricație a unor procedee tehnologice noi, folosind pe scară largă mijloacele de mecanizare și automatizare.

În cadrul proceselor de ștanțare și presare, mecanizarea presupune existența unor mijloace de producție (prese simple sau specializate) și mijloace de mecanizare și automatizare (derulatoare, dispozitive de avans, manipulatoare pentru alimentare și evacuare, mecanisme de transfer, foarfeci pentru deșeu și echipamente auxiliare de colectare și transfer (fig. 1).

Aceste mijloace de producție și mijloace de mecanizare și automatizare, funcție de necesitățile tehnologice, se pot combina în patru variante :

1. Automatizarea operațiilor de ștanțare și presare la rece la presele universale. În acest scop, acestea cuprind mecanisme de alimentare cu semifabricate din bandă continuă și mecanisme de evacuare atît a pieselor executate, cît și a deșeurilor (fig. 2).

2. Dotarea preselor automate universale sau speciale, precum și a preselor cu mai multe axe principale, cu dispozitive de avans automate și de deplasare a semifabricatului de la un post la altul (fig. 3).

3. Automatizarea completă, utilizînd linii automate de ștanțare sau presare (fig. 4).

4. Automatizarea operațiilor de presare pe prese mari prin utilizarea manipulatoarelor de alimentare și scoatere a semifabricatelor de gabarit mare (de tipul caroseriilor fig. 5).

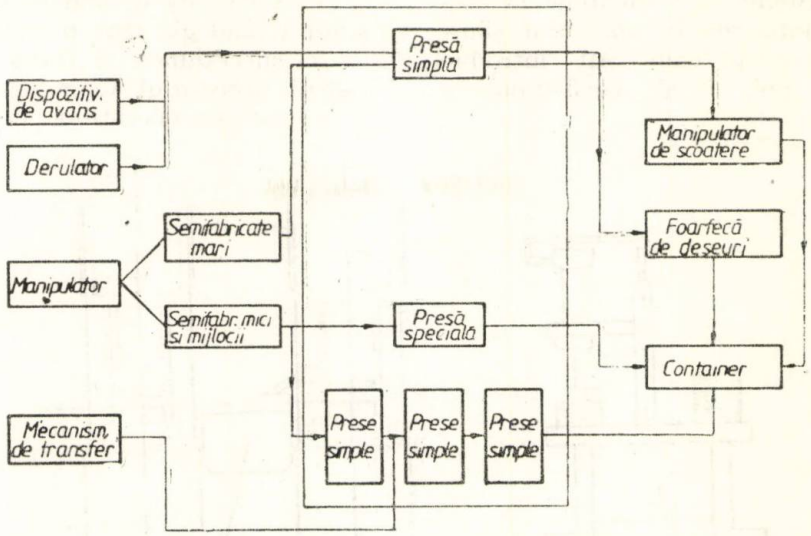


Fig. 1 Automatizarea și mecanizarea operațiilor de ștanțare și presare la rece (schema structurală).

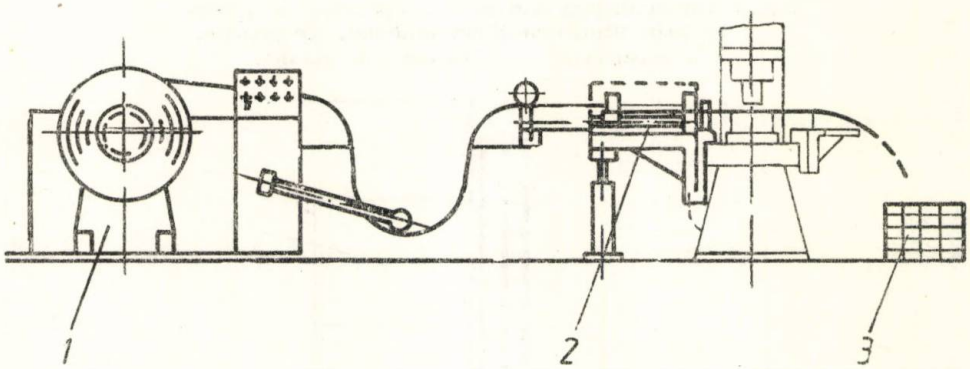


Fig. 2 Automatizarea operațiilor de presare la presele universale prin folosirea de mijloace de automatizare.

1 — derulator cu dispozitiv de îndreptare ; 2 — dispozitiv de avans ; 3 — container.

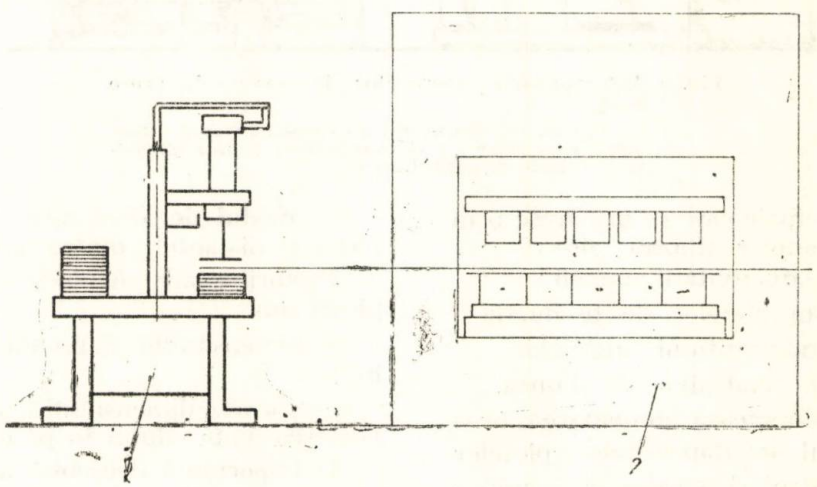


Fig. 3 Automatizarea operației de presare prin folosirea preselor speciale cu transfer.

1 – manipulator ; 2 – presă cu mai multe posturi.

Tipizarea elementelor ce contribuie la mecanizarea și automatizarea în domeniul ștanțării și presării are drept scop atît introducerea tehnologiilor noi, cît și perfecționarea celor existente.

Factorii care depind de desfășurarea procesului tehnologic sînt următorii :

— succesiunea și fluxul de material în cadrul procesului tehnologic ;

— durata operațiilor de prelucrare ;

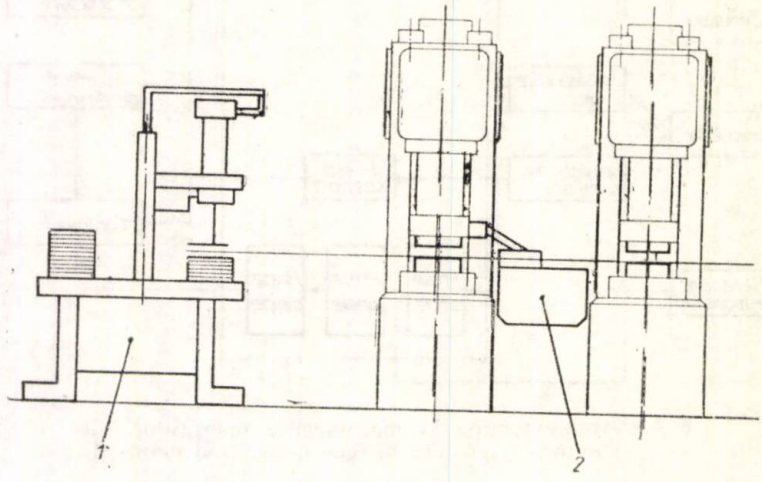


Fig. 4 Automatizarea completă a operației de presare prin utilizarea liniei automate de presare.
1 — manipulator ; 2 — dispozitiv de transfer.

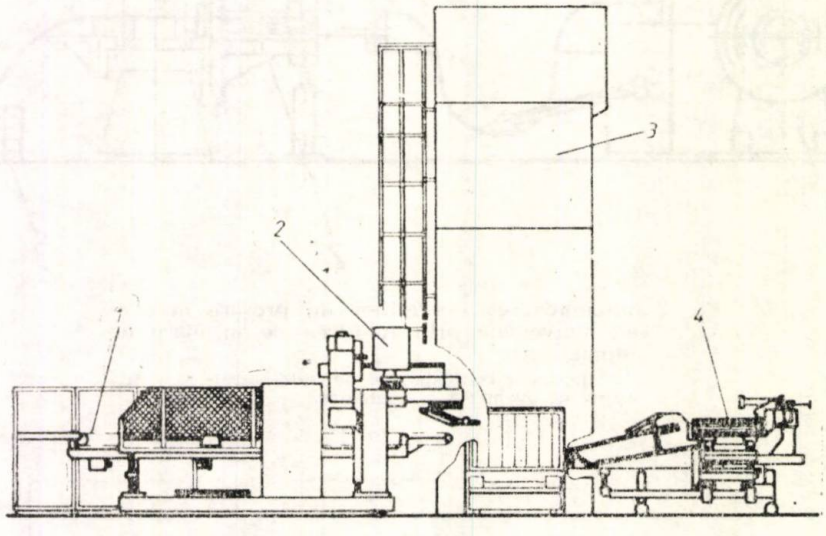


Fig. 5 Automatizarea operațiilor de presare la prese mari.
1 — bandă transportoare ; 2 — manipulator de scoatere ; 3 — presă ; 4 — manipulator pentru alimentare cu table de gabarit mare.

Obiectivele principale care se urmăresc prin introducerea elementelor tipizate sînt :

— creșterea productivității muncii ;

— micșorarea suprafețelor de producție ;

— creșterea randamentului utilajelor ;

— îmbunătățirea condițiilor de muncă.

Factorii care influențează alimentarea, evacuarea și transferul semifabricatelor, pieselor și deșeurilor, în cadrul sistemelor de manipulare, depind de desfășurarea procesului tehnologic și de caracteristicile piesei.

— modul de amplasare a posturilor de lucru și distanțele dintre acestea.

Factorii care depind de caracteristicile piesei sînt :

— dimensiunile și greutatea semifabricatului ;

— forma, dimensiunile, greutatea și comportarea materialului în procesul de fabricație.

O importanță deosebită asupra mecanizării și automatizării o prezintă sistemele de acționare, comandă și supraveghere, precum și capacitatea de încărcare-descărcare a utilajului.

În cadrul sistemelor de manipulare, utilizate în procesele de fabricație prin deformare plastică la rece, s-a procedat la tipizarea unora din elementele componente ale acestora. Ele vor fi utilizate ca elemente auxiliare ale preselor ce folosesc ca semifabricat banda metalică.

Acțiunea de tipizare a acestora a fost inițiată de I.C.S.I.T.M.U. Titan — București. Urmărindu-se, în final, unificarea acestei acțiuni la nivelul economiei naționale, I.C.T.C.M. colaborează cu institutul sus-menționat, completînd programul de tipizare cu anumite tipuri de elemente.

În urma testării dimensiunilor preferențiale, precum și a necesităților din industrie, din fiecare gamă dimensională a grupelor de dispozitive s-a ales un model reprezentativ, care întrunește caracteristicile întregii game.

În scopul realizării acestei acțiuni de tipizare, s-au respectat următoarele faze de lucru :

— proiectarea modelului reprezentativ ;

— elaborarea de standard tehnic de ramură preliminar pentru modelul reprezentativ ;

— execuția și experimentarea modelului reprezentativ ;

— proiectarea prototipului ;

— execuția, experimentarea și omologarea prototipului ;

— proiectarea seriei tipizate ;

— elaborarea standardului tehnic de ramură definitiv.

Elementele tipizate din cadrul sistemelor de manipulare au rolul de a alimenta presele cu semifabricate, fie sub formă de bandă continuă, fie în bucăți, în vederea prelucrării transferării de la un post la altul și evacuării pieselor finite și deșeurilor rezultate.

Se menționează că în tabelele incluse în acest articol, o parte din elementele cuprinse în acestea sînt deja tipizate de către I.C.S.I.T. M.U. — Titan — București, iar altele sînt în curs de tipizare în colaborare cu I.C.T.C.M. București.

Aceste elemente aparțin următoarelor categorii de mecanisme :

A — dispozitive de alimentare ;

B — mecanisme de transfer ;

C — dispozitive de evacuare.

A. **Dispozitivele de alimentare** asigură alimentarea continuă a posturilor de lucru. Funcție de felul semifabricatului, în cadrul procesului de tipizare, aceste dispozitive sînt clasificate astfel :

1. dispozitive de alimentare cu semifabricat sub formă de bandă :

a — derulatoare ;

b — dispozitive de avans.

2 — dispozitive de alimentare cu semifabricate în bucăți :

a — manipulatoare modulare ;

b — dispozitive de alimentare cu cărucior;

c — manipulatoare vacuumatice pentru alimentare cu fișii.

Dispozitive de alimentare cu semifabricat sub formă de bandă

Derulatoare. Derulatoarele sînt echipamente utilizate la mecanizarea și automatizarea preselor sau altor utilaje, ce folosesc ca semifabricat banda din rulou. Ele pot fi construite cu așezarea ruloului pe diametrul său interior sau exterior, putînd fi neantrenate sau antrenate de către un motor. De asemenea, derulatoarele pot fi echipate cu dispozitive de îndreptare bandă.

Gama tipodimensională tipizată pentru derulatoarele antrenate și neantrenate, cu așezarea ruloului pe diametrul interior al acestuia este prezentată în tabelul 1.

Gama tipizată pentru derulatoarele cu așezarea ruloului de tablă pe diametrul său interior*

Tabelul 1

CARACTERISTICI			
Simbol	Neantrenate		
	Lățime bandă [mm]	Diametru interior [mm]	Masă rulou [kg]
DB 125	125	250÷550	300
DB 200	200	320÷680	500
DB 320	320	380÷680	1000
DB 500	500	560	2000
DB 800	800	660	10000
Antrenate			
DBA 100	100	58÷400	100
DBA 200	200	320÷680	500
DBA 320	320	380÷680	1000
DBA 500	500	300÷600	1000
DBA 800	800	660	2000
DBA 1200	1200	660	2000
DBA 1500	1500	660	3000

*) Se menționează că simbolul încadrat evidențiază modelul reprezentativ pentru grupa respectivă de dimensiuni.

Figura 6 redă un derulator antrenat cu așezarea ruloului de tablă pe diametrul interior. Gama tipodimensională tipizată pentru deru-

latoarele cu așezarea ruloului pe diametrul exterior este redată în tabelul 2, iar figura 7 prezintă un astfel de derulator.

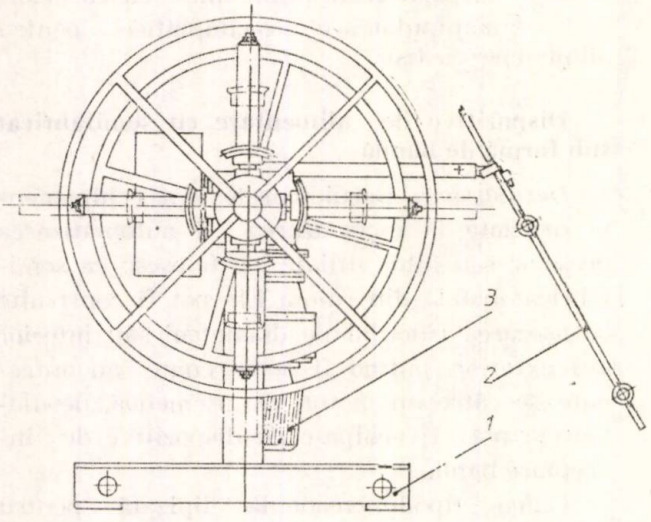


Fig. 6 Derulator antrenat cu așezarea ruloului de tablă pe diametrul interior.
1 — derulator ; 2 — braț pentru apăsare buclă
3 — motor pentru antrenare ;

Gama tipizată pentru derulatoarele antrenate cu așezarea ruloului pe diametrul său exterior, prevăzute cu mecanism de îndreptare

Tabelul 2

Simbol	Caracteristici		
	Lățime bandă [mm]	Diametru exterior rulou [mm]	Masă rulou [kg]
DBIB 125	125	800	400
DBIB 320	320	1600	4000
DBIB 500	500	1600	6000

Gama tipizată a dispozitivelor de îndreptare bandă

Tabelul 3

Simbol	Caracteristici	
	Lățime bandă [mm]	Grosime bandă [mm]
IB 125	125	0,1÷2
IB 200	20÷250	0,2÷4
IB 320	100÷320	0,5÷4
IB 500	200÷500	1÷4
IB 800	800	1,5÷5
IB 1200	1200	2÷5
IB 1500	1500	2÷5

Tabelul 3 prezintă gama de dispozitive de îndreptare bandă, iar figura 8 ilustrează un astfel de dispozitiv.

Dispozitive de avans. Dispozitivele de avans sînt echipamente ce asigură alimentarea continuă, în flux, cu semifabricate, a preselor. Gama tipodimensională tipizată a dispozitivelor de avans, funcție de felul acționării, este redată în tabelul 4.

Gama tipizată a dispozitivelor de avans

Tabelul 4

Felul acționării	Simbol	Caracteristici	
		Lățime bandă [mm]	Grosime bandă [mm]
mecanică	DABM 125	125	1,2
	DABM 200	200	2
mecano-pneumatică	DABMP 125	125	1,2
	DABMP 200	200	2
pneumatică	DABP 63	63	1
	DABP 125	125	1,2
	DABP 200	200	2
	DABP 320	320	3,2
	DABP 500	500	3,2
	DABP 800	800	4
hidraulică	DABH 320	320	3,2
	DABH 500	500	4
	DABH 800	800	4
	DABH 1200	1200	4
	DABH 1500	1500	4

Figurile 9, a, b, c și d prezintă schematic aceste tipuri de dispozitive, acționate mecanic, mecano-pneumatic, pneumatic și respectiv hidraulic.

Dispozitive de alimentare cu semifabricate în bucăți

Manipulatoare modulare. Manipulatoarele modulare sînt echipamente capabile să realizeze mai mult de două mișcări independente (rotații, translații etc.), astfel că pot transporta un obiect prins cu ajutorul unui dispozitiv sau prin aderare, atracție magnetică etc.

Prin construcție, manipulatoarele au posibilitate atît de poziționare și control în mai

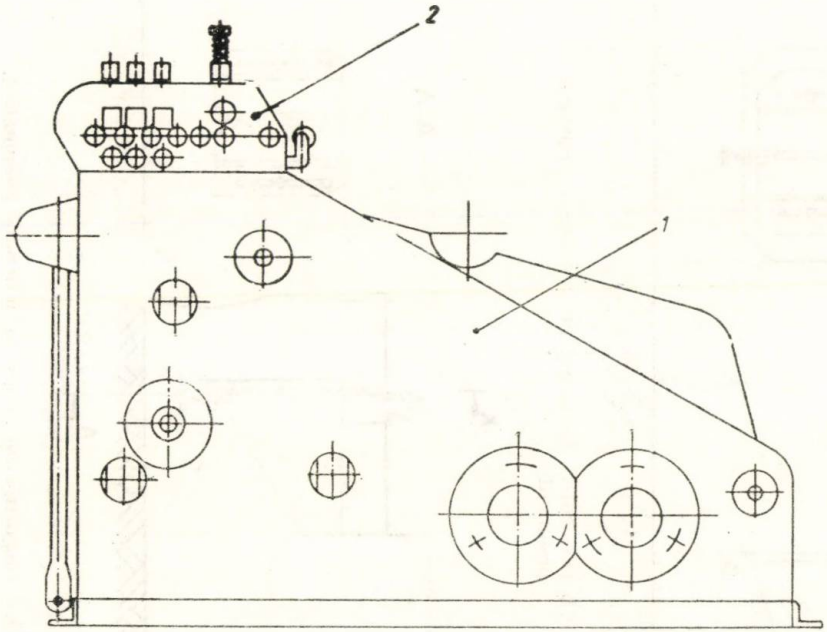


Fig. 7 Derulator antrenat cu așezarea ruloului de tablă pe diametrul exterior și cu dispozitiv de îndreptare.
1 — derulator ; 2 — dispozitiv de îndreptare bandă.

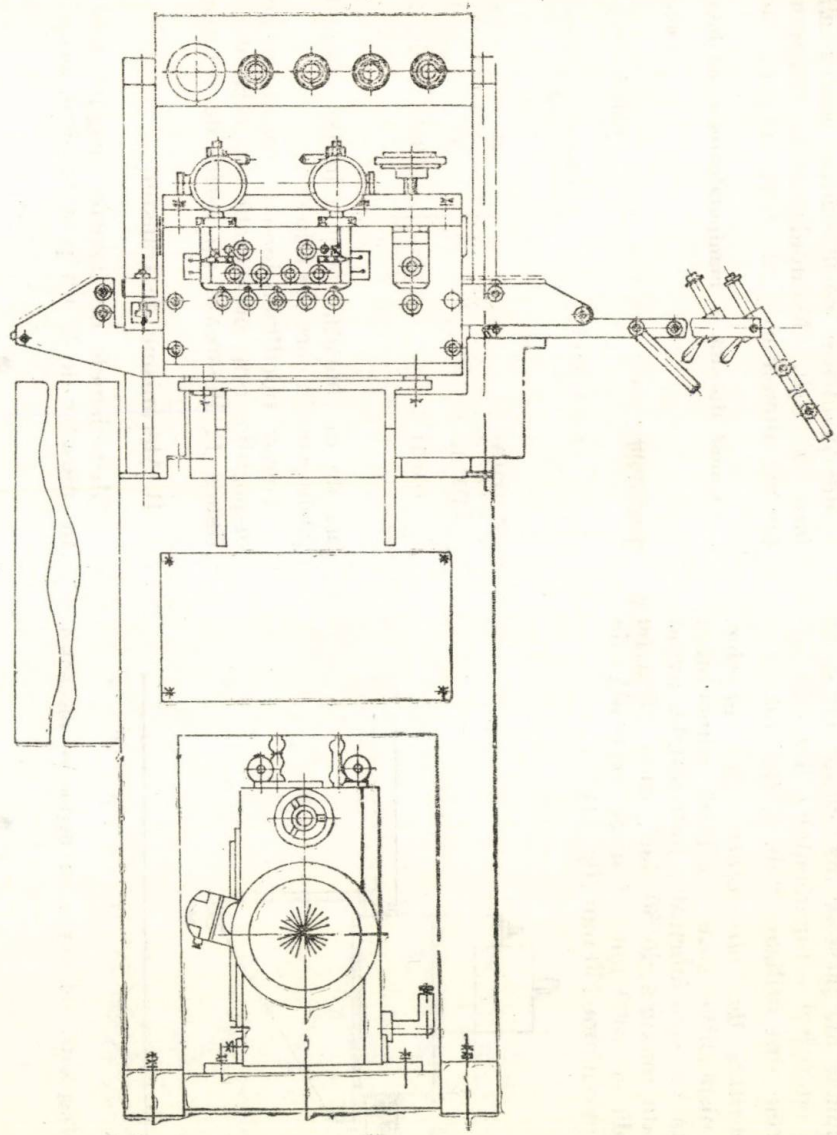


Fig. 8 Dispozitiv de îndreptare bandă.

multe puncte ale pieselor manevrate, cît și de corelare cu restul echipamentelor liniei în cadrul căreia sînt utilizate (tab. 5, fig. 10).

Dispozitive de alimentare cu cărucior. Aceste dispozitive care asigură alimentarea automată cu semifabricate, individuale, avînd o greutate maximă de 30 daN, au o cursă pe orizontală de 1800 mm, iair pe verticală de pînă la maximum 250 mm (fig. 11).

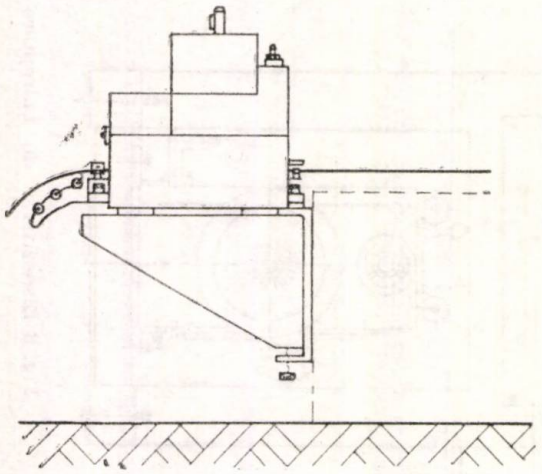


Fig. 9, a Dispozitiv de avans cu acționare mecanică.

Manipulatoare vacuumatice pentru alimentare cu fișii. Manipulatoarele vacuumatice pentru alimentare cu fișii asigură semifa-

Gama tipizată a manipulatoarelor modulare

Tabelul 5

Simbol	Caracteristici	
	Cadență [curse/min.]	Masă piesă [kg]
DMAI 1	45	0,5
DMAI 05	30	1
DMAI 2	30	2

bricate în bucăți, pentru liniile automate de prelucrare în care se folosesc.

Gama tipodimensională tipizată a acestor dispozitive este prezentată în tabelul 6, iar figura 12 ilustrează un astfel de echipament.

B. Mecanisme de transfer

Mecanismele de transfer asigură transportul pieselor de la un post la altul, prin inter-

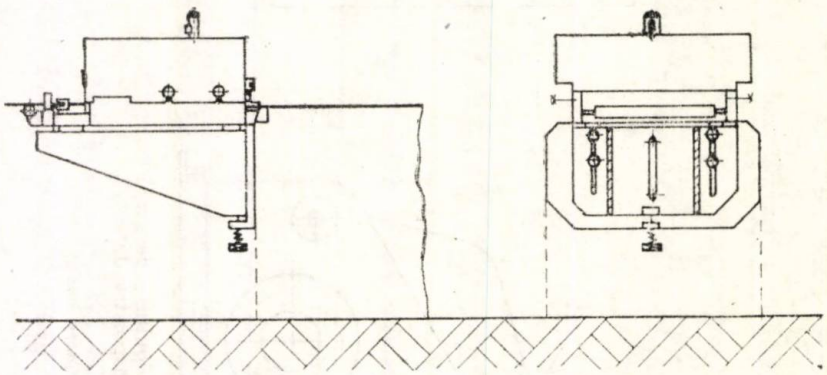


Fig. 9, b Dispozitiv de avans cu acționare mecano-pneumatică.

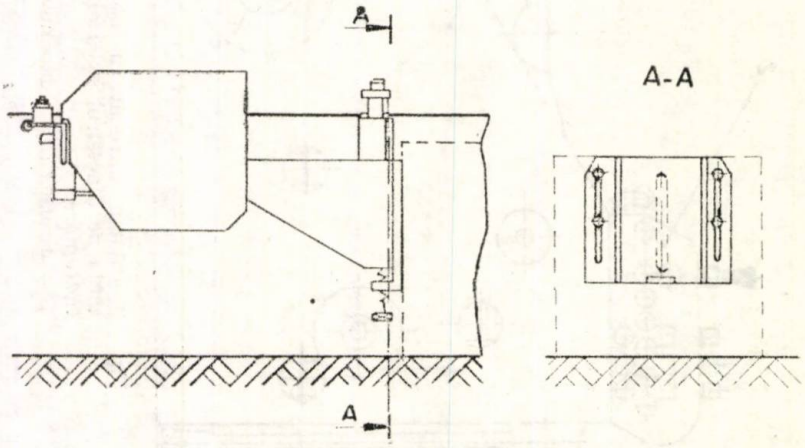


Fig. 9, c Dispozitiv de avans cu acționare pneumatică.

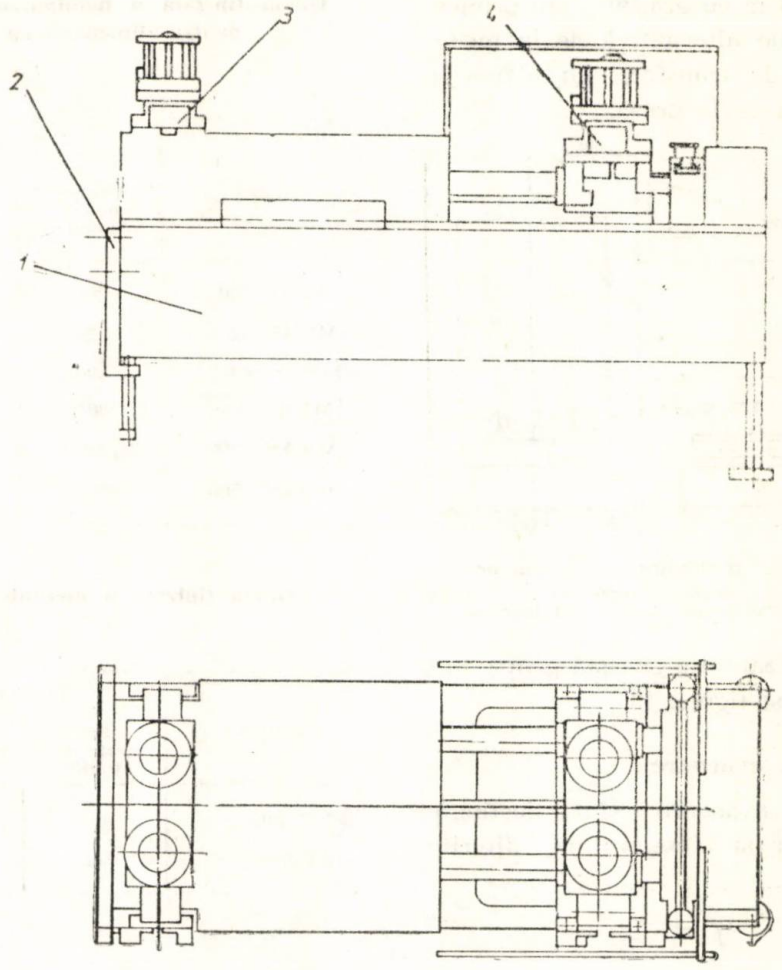


Fig. 9, d Dispozitiv de avans cu acţionare hidraulică.
1 — masă suport ; 2 — placă de reglare pe verticală ;
3 — cleşte fix ; 4 — cleşte mobil.

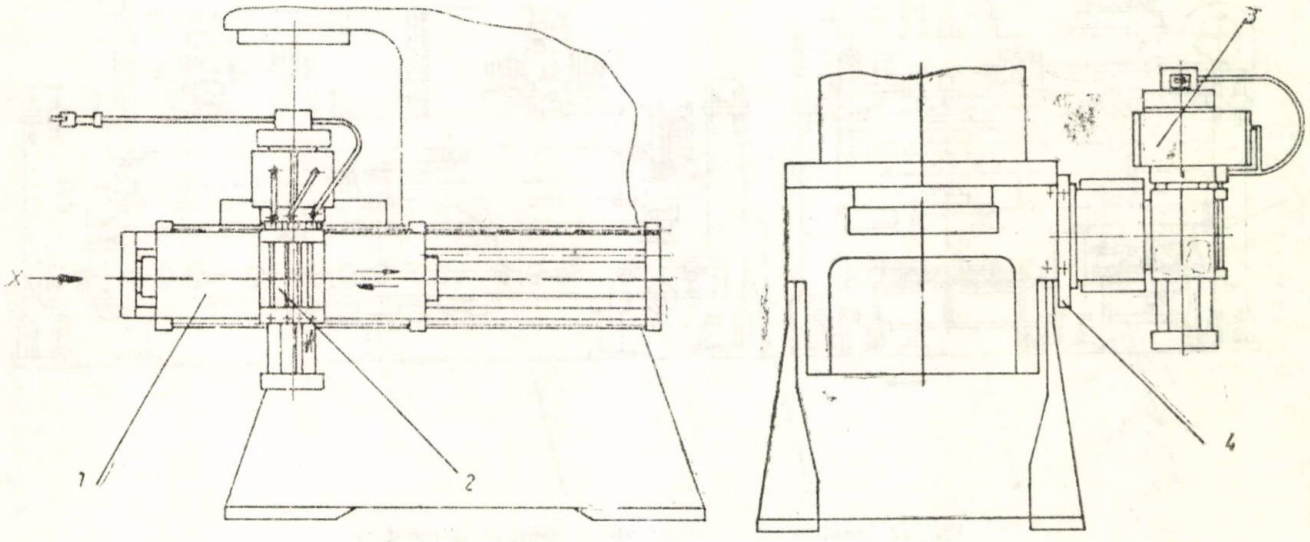


Fig. 10 Manipulator pneumatic modular.
1 — Modul pentru translaţie orizontală ; 2 — modul pentru translaţie verticală ; 3 — modul de rotaţie ;
4 — placă de prindere pe presă.

mediul unui mecanism cu graifăr, care primește mișcarea rectilinie alternativă de la mecanismul propriu-zis de transfer, cu acționare proprie sau preluată de la presă.

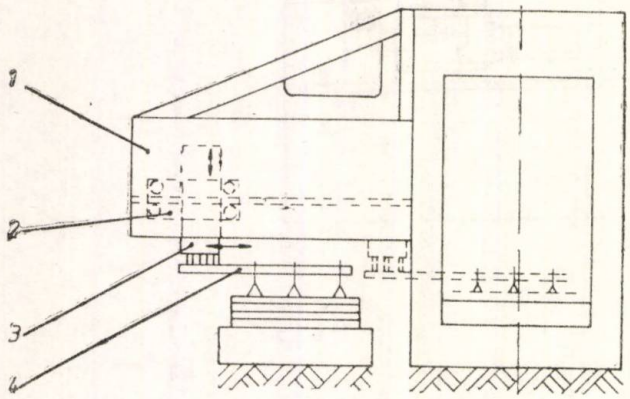


Fig. 11 Dispozitiv de alimentare cu cărucior.
1 — batiu sudat'; 2 — cărucior orizontal ; 3 — sanie verticală ; 4 — sistem de fixare semifabricat.

Dispozitivele tipizate din această grupă sînt redate în tabelul 7 și figura 13.

C. Dispozitive de evacuare

Dispozitivele de evacuare sînt destinate eliminării deșeurilor și pieselor de diferite forme și dimensiuni.

Gama tipizată a manipulatoarelor vacuumatice pentru alimentare cu fișii de tablă

Tabelul 6

Simbol	Caracteristici		
	Lățime bandă [mm]	Grosime maximă fișie [mm]	Lungime maximă fișie [mm]
MVAF 200	200	2	2000
MVAF 320	320	3,2	2000
MVAF 500	500	4	2000
MVAF 800	800	3	2000
MVAF 1200	1200	3	4000
MVAF 1500	1500	3	4000

Gama tipizată a mecanismelor de transfer

Tabelul 7

Simbol	Caracteristici		
	Pas transfer [mm]	Diametru semifabricat [mm]	Grosime bandă [mm]
MT 300	300	200	1
MT 500	500	320	1,5

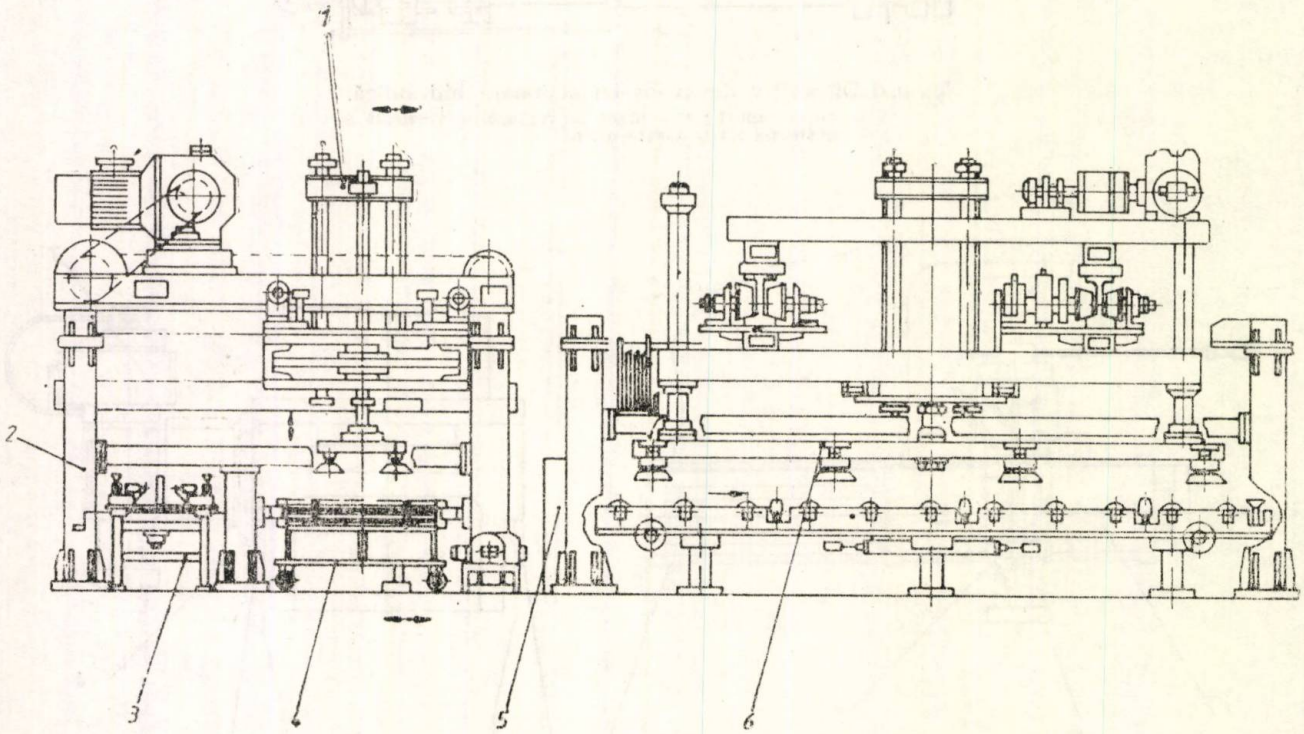


Fig. 12 Manipulator vacuumatic pentru alimentare cu fișii.
1 — cărucior alimentare ; 2 — cadru alimentator ; 3 — masa cu role ; 4 — cărucior depozit ; 5 — instalație electrică ; 6 — instalație pneumatică.

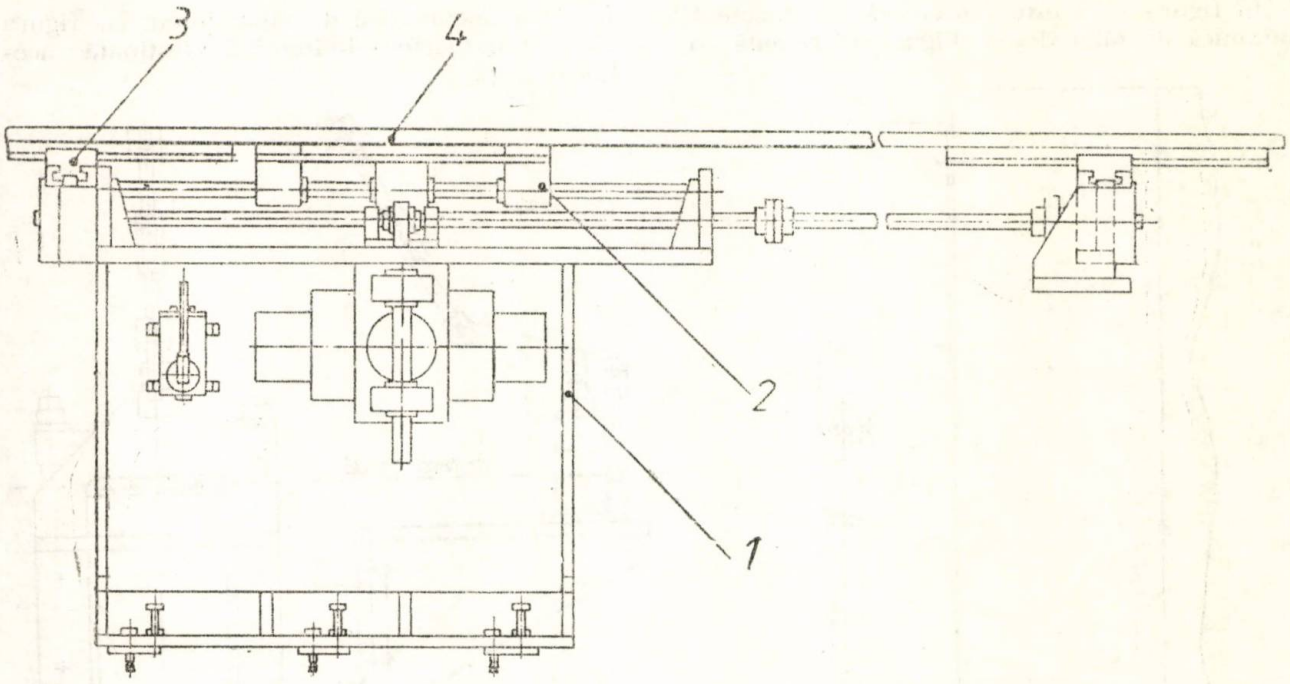


Fig. 13 Mecanism de transfer.
1 — batiu ; 2 — mecanism pentru mișcarea longitudinală ; 3 — mecanism pentru mișcarea transversală ; 4 — rigle port-graifăr.

Din această categorie menționăm :

1 — dispozitive de evacuare piese :
2 — foarfece ;
3 — dispozitive pentru evacuare deșeuri.

Dispozitive de evacuare piese. Dispozitivele de evacuare piese sînt elemente componente ale preselor mecanice și hidraulice cu batiu închis, echipate în vederea funcționării automate în cadrul prelucrării succesive a semifabricatelor individuale, sub formă de foi.

Gama tipizată dimensională a acestei categorii de dispozitive este prezentată în tabelul 8.

Gama tipizată a dispozitivelor de evacuare

Tabelul 8

Simbol	Caracteristici	
	Cadență [curse/min.]	Masa piesei [kg]
DEAM	15	30
DEBA 6,3	12	30
DEBA 15	12	45

Figura 14 a redă desenul unui dispozitiv de evacuare cu articulație mobilă iar figura 14 b, pe cel al unui dispozitiv de evacuare cu brațe articulate.

Foarfece. Foarfecele sînt părți componente ale preselor mecanice și hidraulice cu batiu închis, echipate în vederea funcționării automate, în cadrul prelucrării tablelor sub formă de bandă sau fîșii, asigurînd tăierea deșeului la ieșirea din presă sau din dispozitivul de avans bandă prin tragere. Ele pot fi acționate mecanic, pneumatic și hidraulic.

Gama tipizată a foarfecelor de tăiat deșeu

Tabelul 9

Felul acționării	Simbol	Caracteristici		
		Lățime bandă [mm]	Grosime bandă [mm]	Cursă cuțit [mm]
mecanică	FDM 125	125	1,2	10
	FDM 200	200	2	14
pneumatică	FDP 125	125	1	20
	FDP 200	200	2	25
	FDP 320	320	2,5	25
hidraulică	FDH 125	125	1,2	25
	FDH 200	200	2	30
	FDH 320	320	3,2	35
	FDH 500	500	4	50

Gama tipodimensională tipizată a acestei categorii de echipamente este redată în tabelul 9.

În figura 15 a este prezentată o foarfecă mecanică de tăiat deșeu. Figura 15 b redă o foarfecă pneumatică de tăiat deșeu, iar figura 15 c — o foarfecă hidraulică destinată aceluiași scop.

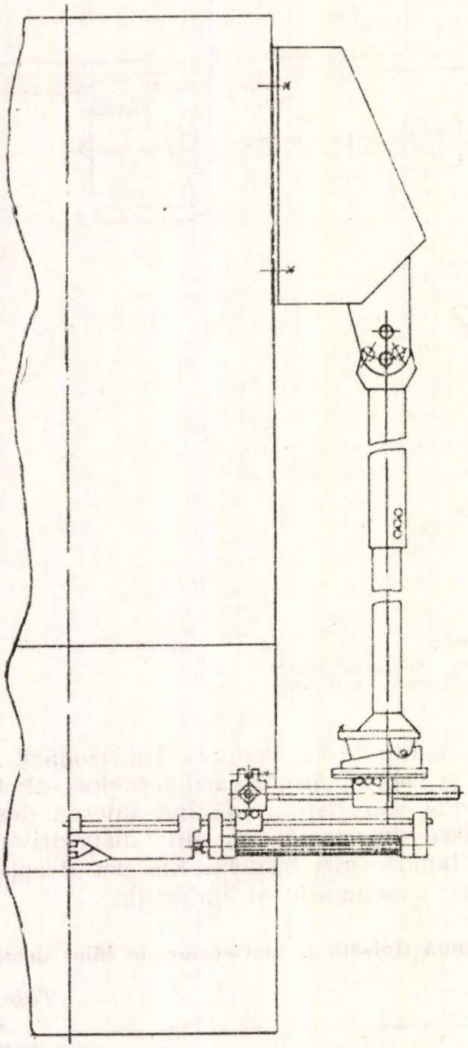


Fig. 14, a Dispozitiv de evacuare cu articulație mobilă.

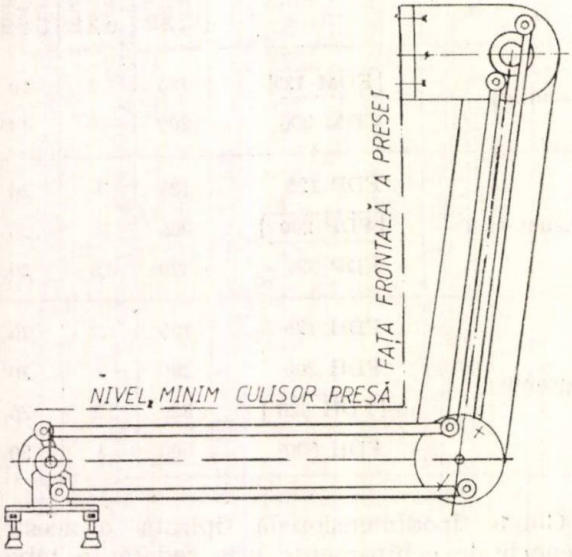


Fig. 14, b Dispozitiv de evacuare cu brațe mobile.

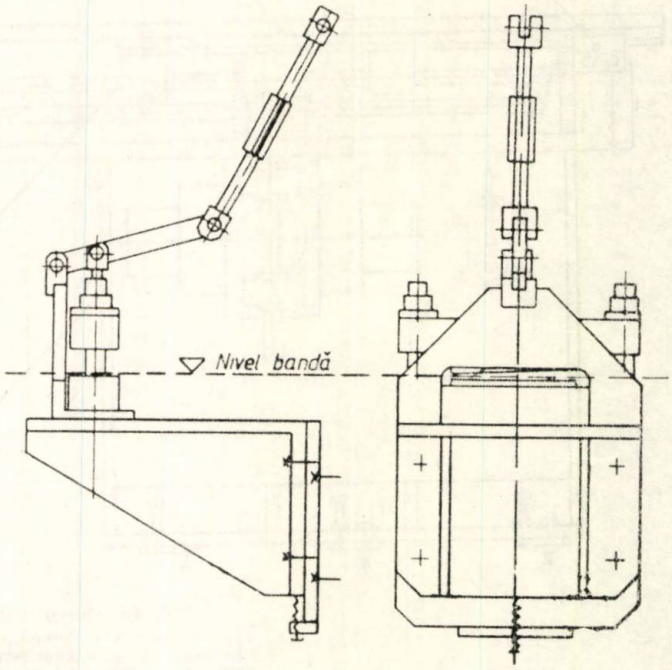


Fig. 15, a Foarfecă mecanică de tăiat deșeu.

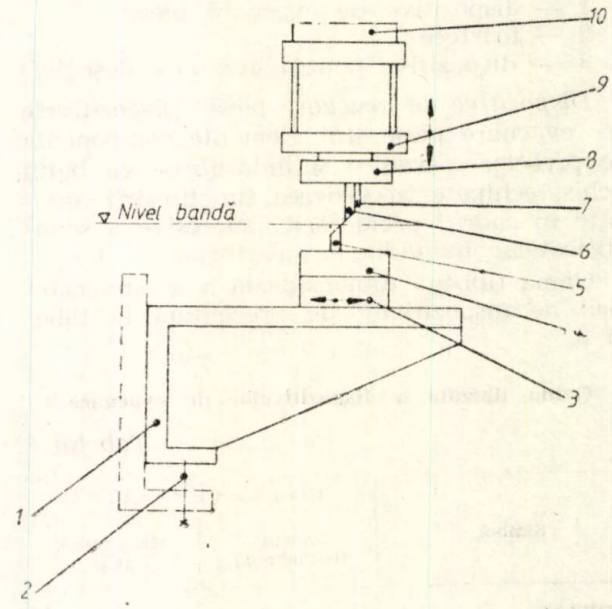


Fig. 15, b Foarfecă pneumatică de tăiat deșeu.
1 — masă ; 2 — șurub reglaj ; 3 — placă adaptare ; 4 — traversă fixă ; 5 — cuțit inferior fix ; 6 — cuțit superior mobil ; 7 — adaos ; 8 — traversă mobilă ; 9 — cilindru pneumatic ; 10 — traversă fixă.

Dispozitive pentru evacuare deșeuri. Dispozitivele pentru evacuarea deșeurilor au rolul de a elimina deșeurile dintre dispozitivul de avans bandă prin tragere și foarfeca de tăiat deșeu, respectiv dintre presă și foarfecă. Gama tipodimensională tipizată a acestei cate-

gorii de echipamente este prezentată în tabelul 10. Figura 16 redă un dispozitiv de avans pentru resturi-deșeu.

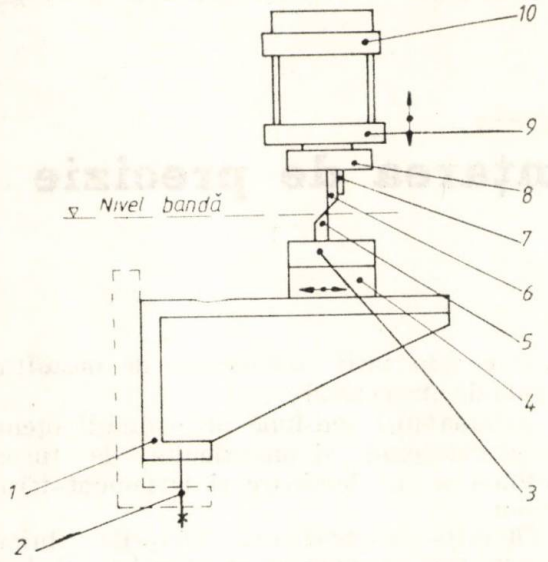


Fig. 15, c Foarfecă hidraulică de tăiat deșeu.
1 — masă ; 2 — șurub reglaj ; 3 — traversă fixă ; 4 — placă adaptare ; 5 — cuțit inferior fix ; 6 — cuțit superior mobil ; 7 — adaos ; 8 — traversă mobilă ; 9 — cilindru hidraulic ; 10 — traversă fixă.

Gama tipizată a dispozitivelor pentru rest deșeu

Tabelul 10

	Caracteristici	
	Lățime bandă [mm]	Grosime bandă [mm]
DARDM 125	125	1,2
DARDM 200	200	2
DARDP 320	320	3,2
DARDH 320	320	3,2

Concluzii

Elementele tipizate, prezentate mai sus trebuie să fie concepute corespunzător, din punct de vedere al mișcărilor pe care le efectuează, al traiectoriilor, precum și al forțelor și vitezelor dezvoltate.

Tipizarea elementelor de manipulare, în cadrul liniilor automate și de transfer, prezintă o mare inportanță pentru o industrie modernă. Realizarea acestui deziderat reprezintă o necesitate, aceasta concretizîndu-se în următoarele :

— pe plan mondial există tendințe privind dezvoltarea unor astfel de tipuri de elemente de alimentare, avans, transfer și evacuare ;

— siguranță în funcționare mai ridicată, datorită schemelor de comandă mai simple și acționate de către operatorul uman ;

— prezintă posibilități de adaptare rapidă ;

— structura lor cinematică permite o acționare pneumatică, hidraulică sau electrică ;

— există posibilitatea mecanizării diverselor procese tehnologice, ceea ce ușurează mult procesul de producție. Utilizarea curentă de către I.C.T.C.M., în procesul de proiectare a elementelor tipizate din cadrul sistemelor de manipulare, aplicate în liniile automate de ștanțare și de transfer, a demonstrat că

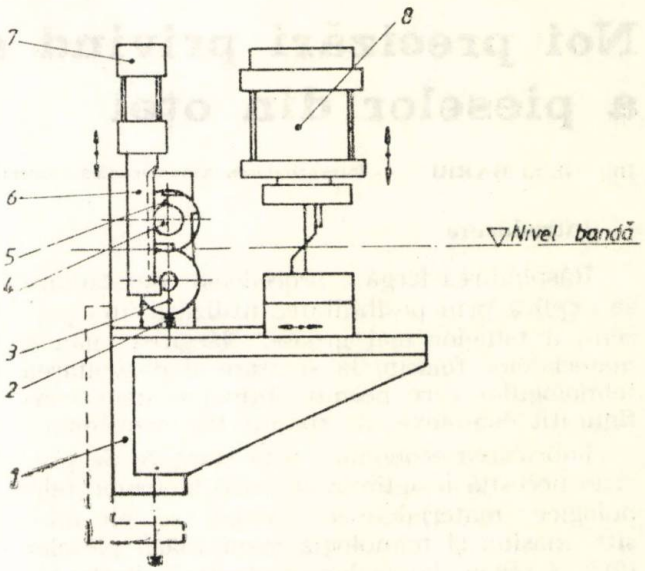


Fig. 16 Dispozitiv avans rest deșeu.
1 — masă ; 2 — arc pentru deplasarea pe verticală a valțului inferior ; 3 — valț inferior ; 4 — pinion ; 5 — valț superior cu cuplaj unisens ; 6 — cremalieră ; 7 — cilindru pneumatic ; 8 — foarfecă pneumatică pentru deșeu.

rezultă creșterea productivității muncii de 2—3 ori, scăderea consumului energetic cu 30% și a consumului de materiale cu 5—7%, creșterea randamentului utilajelor cu 22% și reducerea ciclului de fabricație cu 20—30%.

În momentul de față, în cadrul acestei acțiuni, I.C.T.C.M. București se preocupă de tipizarea următoarelor elemente :

— derulator antrenat cu așezarea ruloului de tablă pe diametrul exterior și cu mecanism de îndreptare ;

— manipulator vacuumatic pentru alimentare cu fîșii ;

— mecanism de transfer.

Această acțiune urmează a fi, ulterior, materializată prin elaborarea unor standarde de ramură, deoarece toate aceste elemente își găsesc o largă aplicație în întreprinderile din industria constructoare de mașini, industria electrotehnică, industria ușoară etc., din cadrul economiei naționale.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Brambauer, F.* : Einsatz von Transfereinrichtungen an hydraulischen und mechanischen Pressen, în Metallverarbeitung, R.D.G., nr. 6/1982, pagina 176—178.

[2] *Filippov, V.V. ș.a.:* Mecanizarea și automatizarea ștanțării, București, IDT.

[3] *Hitchcock, C.D.:* The fine art of fine blanking, în American Machinist, S.U.A., nr. 8/1978.

[4] *Novitin, I.A., Blasov, V.I.:* Avtomatizațiia i mehanizațiia proțessov Kovki i štampovkii, Kiev, 1970.

[5] *Brazda, L.:* Nouvelle serie de cisailles. In L'industrie lourde tchécoslovaque, nr. 9/1983.

CZ : 621.983.14

Noi precizări privind ștanțarea de precizie a pieselor din oțel

Ing. Ghiță **BARBU** — Întreprinderea Automecanică Moreni

Introducere

Răspîndirea largă a procedeelor de ștanțare se explică prin posibilitatea utilizării, în prezent, a tablelor mai groase, lărgirea gamei materialelor folosite la ștanțare și dezvoltarea tehnologiilor care permit obținerea unor configurații complexe, în spațiul tridimensional.

Fabricarea economică prin ștanțare de precizie necesită o optimizare între metodele tehnologice ; materialele de decupat, sculele folosite, mașina și tehnologia manipulării pieselor (fără a scăpa din vedere costurile ridicate ale studiilor proiectării și fabricării sculelor) determină o alegere bună a necesității ștanțării, funcție de seria de fabricație.

În figura 1 se redă structura procesului de ștanțare rezultat din problemele arătate, care continuă să se îmbogățească în concordanță cu cerințele.

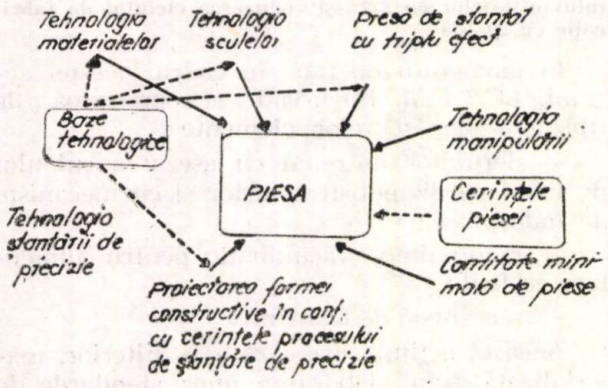


Fig. 1 Structura procesului de ștanțare.

Se poate spune că în prezent 50% din dezvoltarea ștanțării de precizie se datorează dezvoltării tehnologiei metodologice. S-au putut realiza astfel ștanțări de piese din tablă pînă la 15 mm grosime ; aceasta se datorește, în mare parte, introducerii metodei de eliminare a oxigenului, îmbunătățirii procedeului de calmare a oțelurilor în timpul turnării, degazeificării prin procedeul elaborării în vid, ca și generalizării tehnologiei de desulfizare în oala de omogenizare.

Îmbunătățiri sensibile ale calității oțelurilor se datorează și procedeului de turnare continuă și de laminare și tratament termomecanic.

Oțelurile micro-aliate, oțelurile obținute în două faze și oțelurile cu granulație fină sînt larg folosite, datorită rezistenței ridicate și unei bune ductilități.

De asemenea, tehnica laminării la rece a permis obținerea de semifabricate executate precis ca dimensiuni, cu o structură regulată și o distribuție foarte fină a carburilor.

Priorități foarte importante ce se cer pieselor fabricate prin ștanțare

Pe lîngă caracteristicile materialului, procesul de ștanțare este influențat și de capacitatea de încărcare a elementelor sculei respective. Acești parametri au un efect limitativ, pentru că rezistența la compresiune nu este infinită. Pentru acest motiv se folosesc în prezent oțeluri care prezintă o deformare prin compresiune de 0,2% la 2500—2800 N/mm.p.

Capacitatea de încărcare la compresiune crește proporțional cu limita de elasticitate, cu rezistența la tracțiune și cu grosimea materialului. Limitele utilizării procedeului sînt în funcție de forma geometrică a piesei și se clasifică în trei grupe :

C.1 — forme simple ;
C.2 — forme de dificultate medie ;
C.3 — forme complexe

În figura 2 se dau limitele celor 3 clase, în funcție de dimensiunile fantelor și distanța pînă la marginea piesei, în raport cu grosimea tablei.

Domeniul situat sub C3, nu este indicat pentru ștanțarea de precizie.

Pentru un cost cît mai scăzut al sculelor și realizarea unei fiabilități cît mai mari a acestora, se impune totuși a se elimina folosirea procedeului la piese din clasele C1 și C2.

Dacă se respectă anumite reguli privind proiectarea formei constructive a pieselor reguli referitoare la oțelurile folosite și dimensiunile fantelor în concordanță cu calitatea materialului și grosimea lui, se poate obține o mare cantitate de piese fără a fi necesare măsuri speciale la proiectarea sculelor.

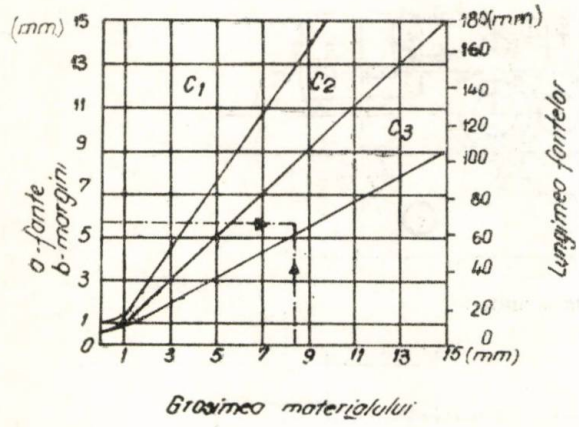


Fig. 2 Limitele utilizării procedeului de ștanțare la rece.

Extinderea limitelor în domeniul formei pieselor, al dimensiunilor, toleranțelor și finisării suprafețelor va fi posibilă numai prin noile îmbunătățiri în domeniul de decupare, descrise în continuare.

Ștanțarea de precizie prin folosirea unui element dublu cu muchie de formă trapezoidală

În figura 3 se arată 4 tipuri de decupări.

a. Tăiere normală cu suprafața sa de forfecare (rupere tipică cunoscută).

b. Tăiere de precizie cu elemente de imprimare pe mașini cu triplu efect și cu scule executate precis.

c. Localizarea și dimensiunile adîncitorului influențează ștanțarea.

d. Finisare la o altă operație ulterioară.

Aceste 4 tipuri de tăiere se folosesc independent sau împreună în cadrul aceleiași ștanțări. Aplicarea procedeului se face în cazul tăierii pe contur, tăierii oblice, decupării prin forfecare și decupării finale.

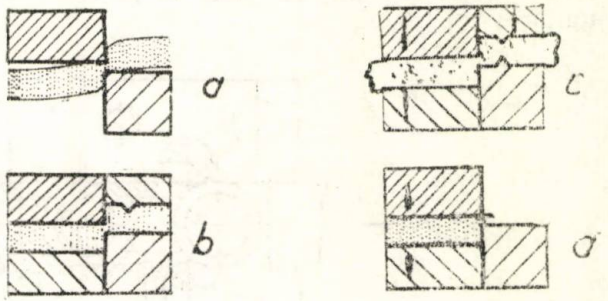


Fig. 3. a Tipuri de decupări.

Avantajele acestui procedeu constă în aceea că permite debitarea corespunzătoare, fără bavuri și obținerea unor suprafețe, perpendiculare care în mod normal sînt înclinate față de planul piesei.

Piesele de complexitate ridicată, fabricate cu matrițe combinate, rămîn în matriță pînă la finele ciclului de fabricație.

Aceasta permite reducerea costurilor, prin reducerea timpului de producție, dar necesită o exigență sporită în ceea ce privește toleranțele dimensionale și de profil, care constă în : sculă precisă și robustă, fixare corectă, dimensiuni optime ale elementului de imprimare, cît și forțe suficiente de forfecare.

În figurile 3 b, c, și d, se dă un exemplu de ștanțare combinată de precizie, prin care se realizează o șaibă elastică cu dinți, dintr-un material care poate oferi o elasticitate suficientă după tratamentul termic.

Factorii tehnologici impuși de mașină

Alături de durabilitatea sculelor, comportarea corectă a mașinii sub sarcină și gradul de automatizare sînt factori importanți care influențează productivitatea unei prese de ștanțare de precizie.

Alegerea geometriei de ghidare, forma batiului și construcția coloanelor determină pre-

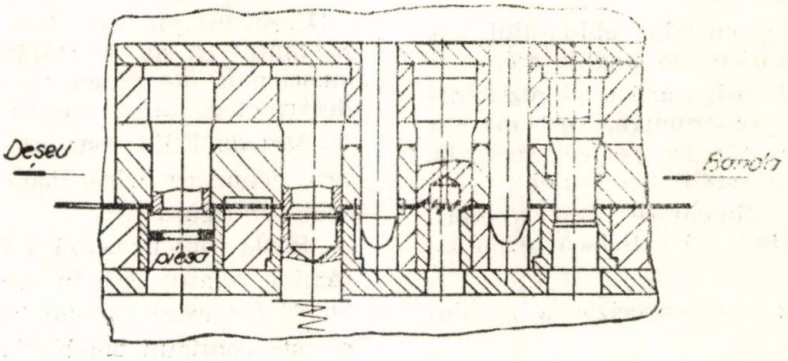


Fig. 3, b Secțiune longitudinală în matriță.

cizia presei și infulențează calitatea pieselor și fiabilitatea sculelor.

Sistemele de acționare mecanică și hidraulică a preselor sînt adoptate la procesul de ștanțare.

— eliminarea alunecării între bandă și elementele de avans.

Aceste cerințe sînt cel mai bine satisfăcute de dispozitivele de avans cu role și motoare electro-hidraulice pas cu pas.

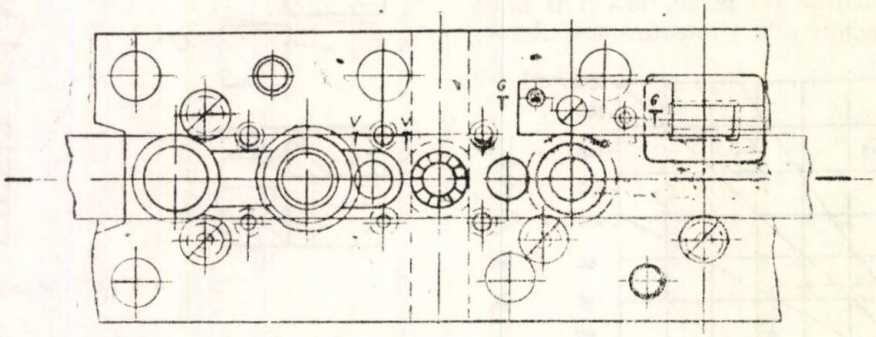


Fig. 3, c Vedere de sus a matriței.

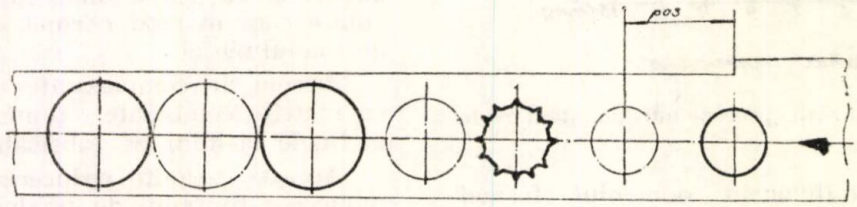


Fig. 3, d Forma și sensul benzii — semifabricat.

Mișcarea cadrului mobil este definită prin apropierea rapidă, ștanțarea propriu-zisă și retragerea rapidă.

La presele mecanice, aceste mișcări sînt produse de un sistem de pîrghii cu dublu genunchi, iar la cele cu sisteme hidraulice, prin intermediul unor cilindri hidraulici.

Viteza de ștanțare poate fi adaptată la materialele pentru ștanțat.

Ultimele tipuri de mașini sînt prese cu triplă acțiune cu acționare hidraulică.

Construcția mașinii determină în mare măsură precizia de ștanțare. Prin măsuri constructive ca mărirea secțiunii batiului și întărirea cu nervuri consecutive, presele pentru ștanțarea de precizie pot fi asigurate cu o rigiditate de circa 10.000 kN. Între anumite limite, rigiditatea este independentă de tonajul presei și dimensiunile sale.

În legătură cu geometria ghidajului, se disting ghidaje cilindrice sau unghiulare.

Char în condițiile asigurării unei rezistențe înalte prin măsuri constructive, est necesar să se asigure și o încărcare perfect centrată, care să garanteze durabilitatea sculei.

Dispozitivele de alimentare sînt accesorii importante care trebuie să satisfacă următoarele cerințe :

— executarea cu mare precizie a pasului de avans ;

— fixarea foarte precisă a benzii ;

Măsuri pentru creșterea durabilității sculelor (poansoanelor)

Pentru creșterea durabilității sculelor, se recomandă durificarea acestora pe un strat anume.

În principiu există două metode de durificare a suprafețelor cu TiC sau TiN. Acestea sînt :

— D.C.I. (depunere chimică de ioni) ;

— D.F.I. (depunere fizică de ioni).

Procedeul D.C.I. (separare chimică din faza gazoasă) are loc într-o retortă, la temperatura de circa 1000°C, cu vapori de TiC 14, H_2 sau N_2. Ultimele două substanțe sînt dirijate sub forma unui curent de ioni deasupra piesei de acoperit. Reacția la temperatură înaltă are dezavantajul că produce modificări dimensionale și segregarea cristalină a materialului.

Dezavantajul acestei metode mai constă și în faptul că nu se stăpînesc modificările dimensionale ale sculei, în timpul depunerii, și deci metoda are o răspîndire limitată.

Metoda D.F.I. este un proces de acoperire prin depunere fizică. Principiul procesului este arătat în figura 4.

Scula care urmează a fi acoperită (și care rămîne relativ rece în acest proces), la circa 500°C formează catodul în descărcarea gazoasă și este continuu bombardată de ioni de argon sau azot. Titanul este vaporizat cu un tun

electronic, reacționează cu azotul la suprafața sculei pentru a forma TiN. Procesul mai este denumit „ionizare reactivă".

Avantajele procesului D.F.I. sînt :

— control dimensional precis, în funcție de alegerea oțelului și de tratamentul termic aplicat ;

— depunere fină, care elimină o nouă operație de rectificare.

În paralel cu uzura prin abraziune și prin oxidare, este uzura prin aderență care reprezintă problema cea mai mare în planul tehnologic. Materialele moi și groase au tendința de a se suda la rece, ceea ce se repercutează asupra stării suprafeței decupate.

În acest context, filmul de ulei nu poate preveni formarea depozitelor de material și diversele fisuri care apar la nivelul poansoanelor sau matriței. Aceasta pentru că la presiuni mari filmul de ulei este prea subțire pentru a împiedica gripajul.

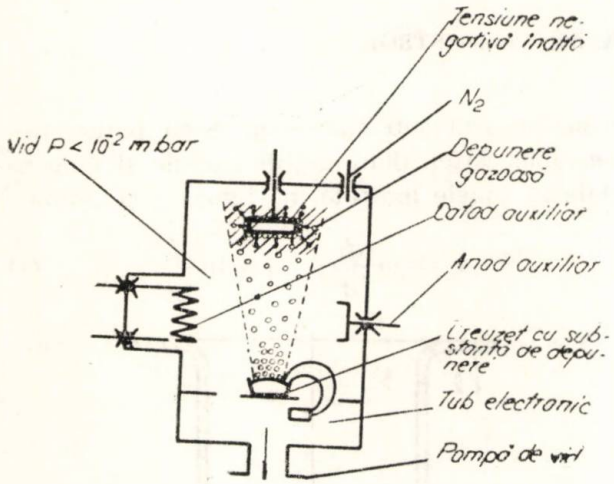


Fig. 4 Schema instalației de durificare.

Există totuși uleiuri speciale, pentru diferite tipuri de materiale (pentru diferite oțeluri feritice și austenitice, pentru aluminiu și aliajele sale și pentru cupru și aliajele sale).

Tendința de sudare la rece poate fi puternic diminuată prin tratarea elementelor active ale sculei cu TiN, prin procedeul D.F.I. Acoperirea îmbunătățește rugozitatea suprafeței de tăiere.

Figura 5 arată evoluția rugozității R_a în funcție de numărul de piese fabricate, măsurată pe o piesă la intrarea poansonului, la mijloc și la marginea bavurii.

La un poanson netratat, R_a crește cu numărul de piese, în toate cele 3 puncte de măsurare.

La intrarea poansonului, R_a variază între 0,25—0,4 μm pentru loturi între 500—5000 de piese.

În zona bavurii valorile R_a sînt aproximativ duble. Decupînd aceeași piesă cu un poanson tratat prin ionizare, rugozitatea în zona

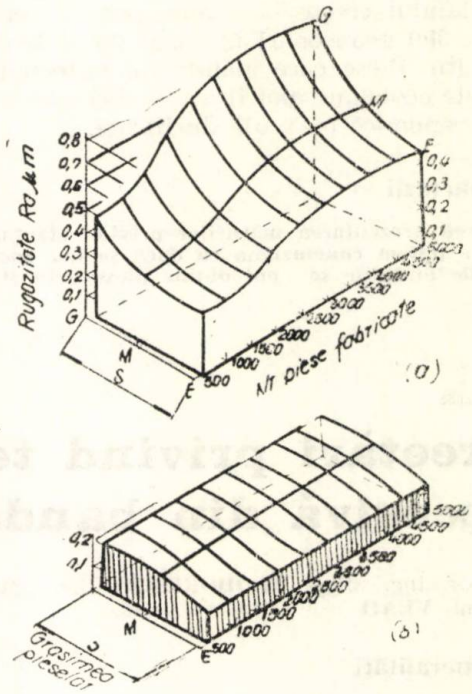


Fig. 5 Diagrame pentru determinarea rugozității.

intrării poansonului este circa 0,15 μm și rămîne aproape constantă pînă la 5000 de piese.

În zona bavurii valoarea R_a este puțin mai ridicată, de circa 0,20 μm și rămîne aproximativ constantă pe ansamblul întregului lot. Piesele obținute cu scule durificate au o bună stare a suprafeței, la tot lotul de fabricație (fig. 6).

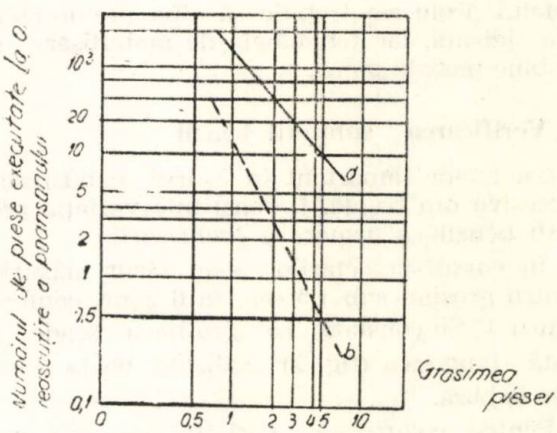


Fig. 6 Determinarea rugozității piesei.

Datele din figura 6 se referă la decuparea convențională a găurilor (poansonare).

Numărul de găuri care pot fi date pînă cînd este necesară reascuțirea sculei este în funcție de grosimea pentru poanson netratat (a) și

tratat (b). Pentru un material gros de 1 mm, se pot face circa 12000 poansonări în cazul (a). În cazul (b), acoperire cu TiN, numărul de poansonări crește la 85.000. Dacă grosimea materialului crește la 5 mm, pot fi realizate numai 500 poansonări în cazul (a) și 10.000 în cazul (b). Piese care înainte nu puteau fi ob-obținute economic, pot fi acum obținute în condiții economice cu scule durificate.

Concluzii

După prezentarea măsurilor privind ștanțarea de precizie putem concluziona că dacă se iau unele din măsurile amintite se pot obține piese prin ștanțare fără bavuri (deci fără prelucrări ulterioare), ceea ce conduce la avantaje tehnice privind calitatea dimensională și suprafețelor pieselor ștanțate, cît și un mare avantaj economic, prin creșterea productivității muncii și reducerii cheltuielilor materiale și de energie.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Zgură, Gh.*: Prelucrarea metalelor prin deformare la rece. Editura tehnică.

[2] *Barovic, Al.*: Îndrumar pentru ștanțare și matrițare la rece vol. I și II. Editura Tehnică București, 1976.

[3] *Hecht, Gh.*: Îndrumar pentru tehnologia ștanțării și matrițării la rece, vol. I și II.

CZ : 621.985

Cercetări privind tehnologia de ambutisare succesivă din bandă

Conf. dr. ing. Mihai **TEODORESCU**, ing. Cătălina **ROȘCA**, ing. Nicolae **STROE**, ing. Emil **VLAD** — Universitatea Galați

Generalități

Prin ambutisare succesivă din bandă se obțin piese de dimensiuni mici, cu înălțimea de 3 pînă la 5 ori mai mare decît diametrul, din materiale metalice cu grosime mică. Pentru obținerea acestor tipuri de piese, sînt necesare mai multe ambutisări (3 ... 15), care se desfășoară succesiv în bandă, în final avînd loc decuparea.

Între operațiile de ambutisare nu este posibilă aplicarea unor recoaceri intermediare ; de aceea, pentru a se evita apariția ruperilor, materialul prelucrat trebuie să aibă prelucrabilitate ridicată, iar tehnologia de ambutisare să fie bine pusă la punct.

Verificarea subțierii benzii

Un factor important în cadrul ambustisării succesive din bandă, îl constituie variația grosimii benzii ca urmare a prelucrării.

În cursul cercetărilor, s-au făcut măsurări pentru grosimi sub 1,5 mm în 6 zone, conform figurii 1. Se constată că grosimea scade pe toată lungimea (fig. 2) analizată, de la flanșă pînă la bază.

Pentru compararea variației grosimii materialului la ambutisarea succesivă din bandă, față de ambutisarea din semifabricat individual, s-a trasat o rețea de cercuri de diametru 1,3 mm, pe un semifabricat plan de diametru 80 mm. După ambutisare, aceste cercuri s-au transferul în elipse de diametre d_1 și d_2 care s-au măsurat sub microscop. S-au putut determina, astfel, deformațiile radiale și tangențiale în zonele indicate în figura 1 și anume :

$$\varepsilon_\rho = \ln \frac{d_1}{d} ; \quad \varepsilon_\theta = \ln \frac{d_2}{d} \qquad (1)$$

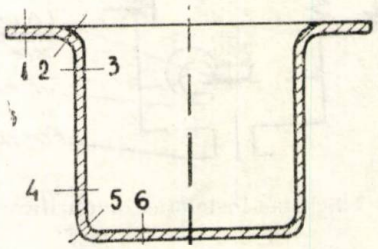


Fig. 1 Zonele de măsurare a variației grosimii piesei în timpul prelucrării.

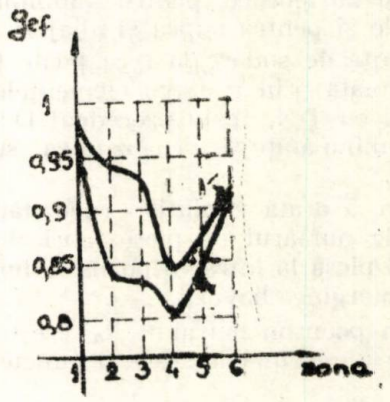


Fig. 2 Diagramele de variație a grosimii materialului funcție de zona de măsurare pentru prima și a III-a fază de ambutisare succesivă din bandă.

Conform legii constanței volumului :

$$\varepsilon_g + \varepsilon_\rho + \varepsilon_\theta = 0 \qquad (2)$$

Rezultă :

$$\varepsilon_\rho = -(\varepsilon_\rho + \varepsilon_\theta) \qquad (3)$$

cu ajutorul căreia se calculează grosimea efectivă :

$$g_{ef} = g(1 + \varepsilon_g) \qquad (4)$$

S-au trasat curbele de variație a grosimii piesei la ambutisare individuală, în diferite zone, pe cele trei direcții 0^0, 45^0 și 90^0 față de direcția de laminare (fig. 3).

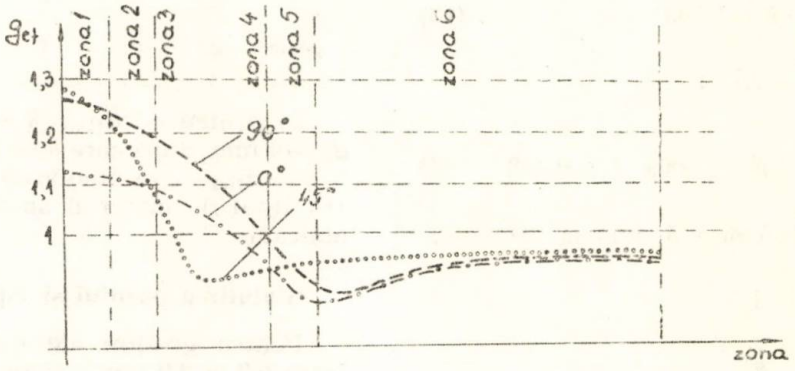


Fig. 3 Diagramele de variație a grosimii materialului piesei funcție de zona de măsurare pe cele trei direcții : 0^0, 45^0 și 90^0 față de direcția de laminare la ambutisarea din semifabricat individual.

Analizînd curbele de variație a grosimii din figurile 2 și 3, se observă că la ambutisarea succesivă din bandă nu are loc creșterea grosimii în zona **1**, adică în flanșă, cum se întîmplă la ambutisarea din semifabricat individual; totuși în zonele **1** și **2**, la ambutisarea succesivă din bandă, subțierea este mai redusă în raport cu zonele 4 și **5**, unde are loc cea mai importantă reducere a grosimii.

Datorită reducerii mari a grosimii, în zonele 4 și 5 apare pericolul ruperii materialului.

Acest pericol este îndepărtat prin stabilirea lățimii optime a benzii și calculul dimensiunilor intermediare în mod corespunzător.

Proiectarea procesului tehnologic

În literatură sînt prezentate mai multe variante de proiectare a tehnologiei de ambutisare și de stabilire a dimensiunilor intermediare [1, 2].

În prima variantă de calcul, propusă de [2], dimensiunile intermediare se determină cu relațiile :

$$d_i = d + 0{,}1 \cdot i^2 \qquad (5)$$

$$h_i = h\ (1 - 0{,}04 \cdot i) \qquad (6)$$

unde :

d_i, h_i — dimensiunile intermediare ;
d, h — dimensiunile finale ;
i — faza de ambutisare (se va considera „l" penultima fază de ambutisare).

În a doua variantă de calcul [2], dimensiunile intermediare se determină cu relațiile :

$$d_i = d + (n - i) \cdot k \qquad (7)$$

$$G_i = \frac{h_i}{d_i} = \frac{h}{d} - (a - b \cdot i^2) \qquad (8)$$

$$h_i = G_i \cdot d_i \qquad (9)$$

unde :

h, d — dimensiunile finale ;
h_i, d_i — dimensiunile intermediare ;
i — faza de ambutisare (se va considera „n" ultima fază de ambutisare) ;
a, b — coeficienți cu valorile date în [3] ;
G_i — raportul dintre înălțimea și diametrul piesei la faza „i" de ambutisare.

Analizînd valorile calculate prin cele două metode și cele utilizate în practica industrială, pentru materialele curent folosite la acest tip de ambutisare (bandă laminată la rece), se observă o serie de diferențe atît în ceea ce privește diametrele cît și înălțimile intermediare.

În urma cercetărilor efectuate pentru un număr de piese de dimensiuni mici, ambutisate succesiv din bandă, a rezultat necesitatea constituirii următoarelor grupe de piese, pentru care s-au stabilit relațiile indicate în continuare :

a) pentru grosimi de 0,3 pînă la 0,4 mm :

1) piese cu $\frac{h}{d} \geqslant 3$,

$$\text{pentru } i \leqslant 9 : \frac{h_i}{d_i} = 0{,}017 \cdot i^2 + 0{,}028 \cdot i + 0{,}37 \qquad (10)$$

pentru $i > 9$: $\frac{h_i}{d_i} = 0{,}071 \cdot i^2 - 1{,}067 \cdot$

$$\cdot i + 6{,}86 \qquad (11)$$

2) piese cu $1{,}75 \leqslant \frac{h}{d} < 3$

pentru $i \leqslant 8$: $\frac{h_i}{d_i} = 0{,}008 \cdot i^2 + 0{,}47 \cdot$

$$\cdot i + 0{,}408 \qquad (12)$$

pentru $i > 8$: $\frac{h_i}{d_i} = 0{,}025 \cdot i^2 - 2{,}636 \cdot$

$$\cdot i + 1{,}783 \qquad (13)$$

3) piese cu $\frac{h}{d} < 1{,}75$:

$$\frac{h_i}{d_i} = 0{,}007 \cdot i^2 - 0{,}009 \cdot i + 0{,}408 \qquad 14)$$

b) pentru grosimi de 0,5 pînă la 0,9 mm :

1) piese cu $\frac{h}{d} \geqslant 1{,}5$:

pentru $i \leqslant 6$: $\frac{h_i}{d_i} = 0{,}0003 \cdot i^2 + 0{,}142 \cdot$

$$\cdot i + 0{,}262 \qquad (15)$$

pentru $i > 6$: $\frac{h_i}{d_i} = 0{,}018 \cdot i^2 + 0{,}048 \cdot$

$$\cdot i + 0{,}172 \qquad (16)$$

2) piese cu $\frac{h}{d} < 1{,}5$:

$$\frac{h_i}{d_i} = 0{,}005 \cdot i^2 + 0{,}058 \cdot i + 0{,}284 \qquad (17)$$

c) pentru grosimi peste 1 mm :

$$\frac{h_i}{d_i} = 0{,}021 \cdot i^2 + 0{,}001 \cdot i + 0{,}387 \qquad (18)$$

Pe baza cercetărilor efectuate s-a stabilit următoarea metodologie de proiectare a tehnologiei de ambutisare din bandă de oțel, laminată la rece (fig. 4).

Notațiile din schema bloc reprezintă :

g — grosimea materialului piesei ;

d, h, r — diametrul, înălțimea și raza de racordare a piesei finite;

h_i, d_i — diametrul și înălțimea piesei în fazele intermediare de ambutisare ;

r_{pi}, r_{pli} — raza de racordare la poanson și placa activă la faza „i" de ambutisare (tab. 1 și 2) ;

k — coeficient pentru care se recomandă valorile :

a) pentru $d < d_{1lim}$, $k = 0{,}5$ pînă se va obține $d_i = 5$ mm, după care $k = 1$;

Razele poansonului și plăcii active pentru prima fază de ambutisare, funcție de diametrul piesei realizate la această fază

Tabelul 1

d_1		r_{pl}	r_{pl_1}
pînă la	7	2,5	2
	10	3	2,5
	11	4	3,5
	14	5	4,5
	18	5,5	5
	22	6	5
peste	22	7	6

b) pentru $d > d_{1lim}$, $k = 0{,}5$ pînă se obține $d_i = 9$ mm, după care $k = 1$;

d_{1lim} — se stabilește experimental pentru tipul de material ambutisat și tehnologia aplicată.

Stabilirea pasului și lățimii optime a benzii

Pentru grosimi ale materialului cuprinse între 0,3 și 0,9 mm, ambutisarea se desfășoară pe 2,4 sau 5 rînduri și mai rar pe 3 rînduri.

Repartizarea rîndurilor pe bandă este determinată de dimensiunile la prima fază de ambutisare h_1 și d_1. Cu cît h_1 este mai mare, cu atît gradul de deformare la ambutisare este mai mare și dificultățile de a lucra pe mai multe rînduri sînt mai mari, datorită creșterii numărului de zone de tensiuni mari pe lățimea benzii, la care pot să apară ruperi în bandă. Se disting cazurile :

a) cînd diametrul primei ambutisări este egal sau mai mare decît diametrul flanșei produsului ;

b) cînd diametrul primei ambutisări este mai mic decît diametrul flanșei produsului.

În primul caz (cel mai des întîlnit în practică), pasul p și lățimea l_1 a benzii (fig. 5) se calculează cu relațiile :

$$p = d_1 + e \qquad (19)$$

$$l_1 = m \cdot d_1 + m \cdot b_1 + 2a \qquad (20)$$

unde :

$e = 1 \div 3$ mm în funcție de grosimea materialului ;

m — numărul de rînduri de ambutisare ;

$b = 2.b_1$

$b_1 = 2 \div 4$ mm în funcție de grosimea materialului;

$a = 3 \div 5$ mm în funcție de grosimea materialului și înălțimea piesei la prima ambutisare (h_1).

Pentru cazul b al doilea, se folosesc aceleași relații de calcul (19) și (20), cu deosebirea că în locul diametrului primei ambutisări se folosește diametrul flanșei piesei.

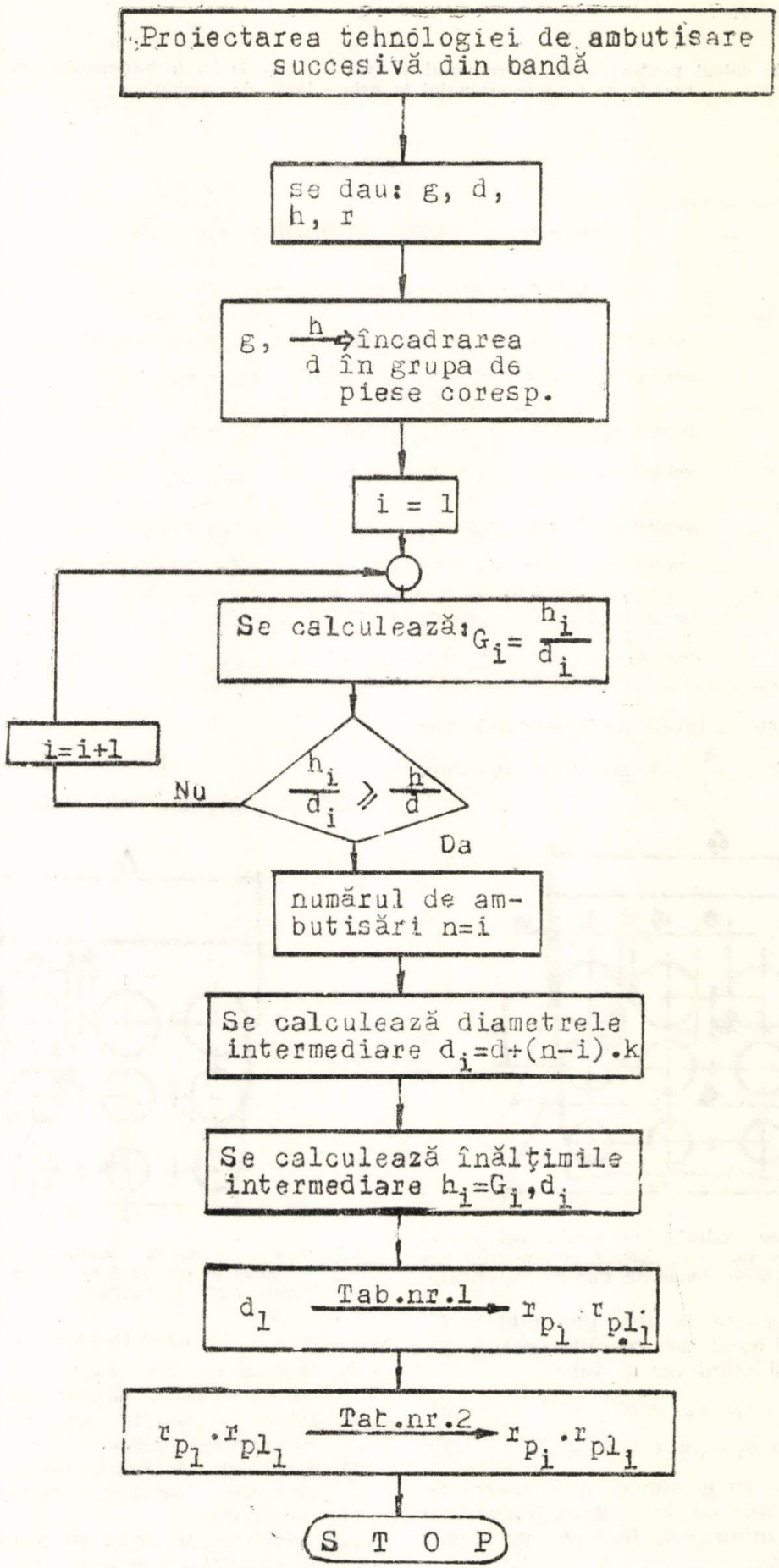


Fig. 4 Schema bloc a programului de proiectare tehnologică la ambutisarea succesivă din bandă.

Relațiile de calcul pentru razele poansonului și plăcii active la fazele intermediare de ambutisare funcție de raza poansonului la prima fază de ambutisare

Tabelul 2

r_{p1}	r_{p_i}, r_{pl_i}		
2,5	$r_{p_i} = r_{p_i-1} - 0{,}25$;	$r_{pl_i} = r_{p_i-1} - 0{,}25$;	
3	$r_{p_i} = r_{p_i-1} - 0{,}25$;	$r_{pl_i} = r_{pl_i-1} - 0{,}25$;	
4	pentru $r_{p_i-1} > 2$	$r_{p_i} = r_{p_i-1} - 0{,}5$	$r_{pl_i} = r_{pl_i-1} - 0{,}5$
	pentru $r_{p_i-1} \leqslant 2$	$r_{p_i} = r_{p_i-1} - 0{,}25$;	$r_{pl_i} = r_{pl_i-1} - 0{,}25$;
5	pentru $r_{p_i-1} > 3$	$r_{p_i} = r_{p_i-1} - 0{,}5$	$r_{pl_i} = r_{pl_i-1} - 0{,}5$;
	pentru $r_{p_i-1} \leqslant 3$	$r_{p_i} = r_{p_i-1} - 0{,}25$;	$r_{pl_i} = r_{pl_i-1} - 0{,}25$;
6	pentru $r_{p_i-1} > 2$	$r_{p_i} = r_{p_i-1} - 0{,}75$;	$r_{pl_i} = r_{pl_i-1} - 0{,}75$
	pentru $r_{p_i-1} \leqslant 2$	$r_{p_i} = r_{p_i-1} - 0{,}5$;	$r_{pl_i} = r_{pl_i-1} - 0{,}5$;
7	pentru $r_{pl-1} > 2$	$r_{p_i} = r_{p_i-1} - 0{,}75$;	$r_{pl_i} = r_{pl_i-1} - 0{,}75$
	pentru $r_{p_i-1} \leqslant 2$	$r_{p_i} = r_{p_i-1} - 0{,}5$	$r_{pl_i} = r_{pl_i-1} - 0{,}5$;

Un caz aparte se întîlnește la număr impar de rînduri, cînd $\frac{h}{d} > 3$, pentru $g \leqslant 0{,}5$ mm,

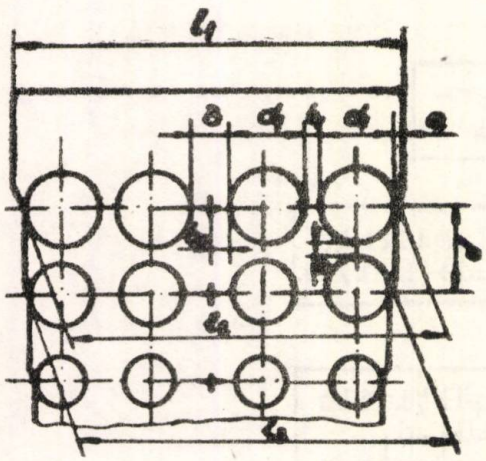


Fig. 5 Repartizarea rîndurilor pe bandă cînd diametrul primei faze de ambutisare este egal sau mai mare decît diametrul flanșei produsului.

cînd dispunerea este de tipul prezentat în figura 6. Pentru acest caz, relațiile pentru calculul pasului și lățimii benzii sînt :

$$p = d_i + e \tag{21}$$

$$l_1 = m \cdot d_1 + (m + 1)\ b_1 + 2a \tag{22}$$

La materiale cu grosimea mai mare de 1 mm cînd piesele au, în general, dimensiuni mai mari, ambutisarea se face pe un singur rînd, astfel încît :

$$p = d_1 + e \tag{23}$$

$$l_1 = d_1 + 2a \tag{24}$$

a, b_1 și e sînt mărimile stabilite mai sus.

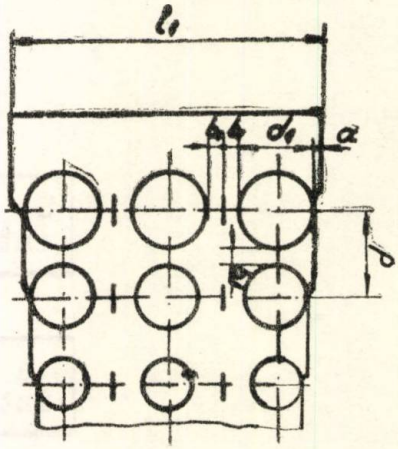


Fig. 6 — Repartizarea rîndurilor pe bandă cînd diametrul primei faze de ambutisare este mai mic decît diametrul flanșei produsului.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Romanovschi, V.P.* : Ștanțarea și matrițarea la rece. Ed. Tehnică, București, 1970.

[2] *Dehler, G.* : Schnitt, Stanz und Ziehwerkzeuge, Springer, Berlin, 1973.

[3] *Teodorescu, M., Zgură, Gh. ș.a.* : Elemente de proiectare a ștanțelor și matrițelor, E.D.P., București, 1983.

[4] *Teodorescu, M., Zgură, Gh.* : Tehnologia presării la rece, E.D.P., București, 1980.

CZ : 338.062.214 ; 621-52 ; 621.983.32

Linie automată de decupat discuri pentru roți auto

Ing. Gheorghe **MARIN** — I.C.T.C.M. București

În industria constructoare de mașini modernă, mecanizarea și automatizarea proceselor de fabricație ușurează și modifică în mod radical caracterul muncii, măresc productivitatea acesteia și creează condițiile unui real progres tehnic.

Prelucrarea pieselor prin ștanțare se pretează la mecanizare și automatizare. Astfel, în prezent, acest domeniu se dezvoltă în sensul elaborării și introducerii în fabricație a acestor noi procedee tehnologice și a folosirii pe scară largă a mijloacelor de mecanizare și automatizare.

S-a dovedit că manevrarea manuală a preselor reduce productivitatea mare, specifică acestor utilaje, astfel că, în acest caz, presele nu pot fi exploatate rațional, cu randament maxim.

Randamentul preselor, în cazul alimentării manaule, este doar de circa 70% și din această cauză mecanizarea și automantizarea operațiilor de ștanțare capătă o foarte mare importanță.

Ținînd seama de aceste considerente, I.C.T.C.M. a proiectat o serie de linii de presare și ștanțare ca :

— linie de presare a bazinului de radiator pentru DACIA 1300 ;

— linie de presare pentru confecționarea capacului de la contorul electric ;

— linie automată de decupare discuri pentru roți auto ;

— linie de ambutisat discuri pentru roți auto.

În cele ce urmează se va prezenta „linia automată de decupat discuri pentru roți auto", proiectată pentru Intreprinderea de Jenți Auto — Drăgășani.

Linia este destinată realizării procesului tehnologic de decupare și ștanțare la rece, dar poate fi folosită integral, sau parțial, pentru rezolvarea alimentării automate sau semiautomate a preselor în general.

Linia (fig. 1) este prevăzută a funcționa în două variante :

a) — cu alimentare cu benzi continue în rulouri, cu o productivitate de 900 buc/oră ;

b) — cu alimentare cu fișii din tablă din balot, sau tăiate la ghilotină, cu o productivitate de 500 buc/oră.

Varianta I. Rulourile din tablă sînt încărcate pe rampa transportorului **1** prin intermediul podului rulant. Datorită înclinației rampei transportorului, ruloul se rostogolește pînă întîlnește o serie de opritori, acționați hidraulic. Prin retragerea succesivă a opritorilor, ruloul capătă o mișcare controlată de rostogolire, pînă ajunge deasupra elevatorului **2**, care îl preia și îl introduce pe bacurile extensibile ale derulatorului **3.**

Prin expansiunea bacurilor, ruloul este fixat pe diametrul său interior.

Cu ajutorul dispozitivului de desprindere a benzii **4,** ultima spiră a ruloului este desprinsă și dirijată spre rolele mașinii de îndreptare **5.**

După ieșirea din mașina de îndreptare banda placată formează o buclă de rezervă,

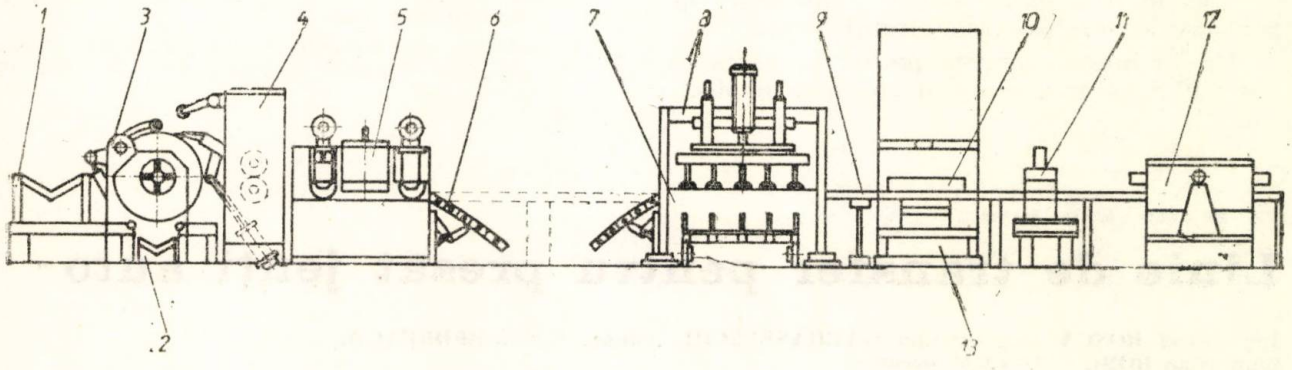


Fig. 1 Linie automată de decupat discuri pentru roți auto.
1 — transportor gravitațional ; 2 — elevator ; 3 — derulator ; 4 — dispozitiv de desprindere bandă ; 5 — mașină de îndreptare ; 6 — masă rabatabilă ; 7 — masă cu role ; 8 — manipulator vacuumatic ; 9 — dispozitiv de avans ; 10 — sistem de evacuare discuri ; 11 — sistem de evacuare deșeuri ; 12 — împingător deșeuri ; 13 — masă rotativă.

din care dispozitivul de avans **9** poate trage cantitatea necesară de tablă, pe care o va introduce în zona de lucru a presei, realizînd în acest mod alimentarea sa.

După decupare, deșeul sub formă de bandă este preluat de sistemul de evacuare a deșeului **11**.

După un număr de 5—6 cicluri, deșeurile urmează a fi forfecate. Datorită unor role motoare, aceste deșeuri continuă să se deplaseze pînă la capătul patului de role, de unde sînt transferate cu ajutorul împingătorului **12** într-un depozit de deșeuri.

Discul rezultat din ștanțare este evacut pe un plan înclinat cu ajutorul unui sistem de evacuare **10**, și apoi depozitat într-un container special așezat pe masa rotativă **13**.

După ce containerul este plin, un limitator sesizează această situație și transmite comanda pentru rotirea platoului care astfel va aduce în fața presei un nou container gol. Cel plin urmează a fi transferat cu ajutorul unei macarale pivotante pe linia de ambutisare sau în depozitul de stocare.

Varianta II. În acest caz alimentarea se face cu ajutorul unui manipulator vacuumatic **8**, prevăzut cu un sistem cu ventuze care se deplasează cu ajutorul unui cărucior transportor.

Semifabricatele se găsesc sub manipulator pe un cărucior-depozit, care se poate încărca în afara liniei.

La începutul ciclului, un cilindru pneumatic face ca sistemul port-ventuze să coboare deasupra tablei presînd ventuzele vacuumatice pe aceasta.

O camă sesizează această poziție și comandă oprirea coborîrii cilindrului, iar după 2—3 secunde — ridicarea întregului sistem port-ventuză cu fișia de tablă prinsă de către ventuze.

Vacuumul la extremitatea ventuzelor de prindere se creează prin efectul Venturi.

Un limitator confirmă poziția ridicată a sistemului port-ventuze și comandă deplasarea căruciorului cu port ventuzele laterale, pînă deasupra mesei cu role **7**, unde coboară, depune fișia de tablă, se ridică revenind apoi în poziția inițială.

Masa cu role este prevăzută cu un sistem de transport, format dintr-un lanț cu racleți, acționat pneumatic.

Prezența semifabricatului pe masă este sesizată de un detector de proximitate care comandă sistemul de transport.

Acesta va funcționa pînă cînd capătul tablei ajunge între cleștii dispozitivului de avans **9**, care urmează să alimenteze presa.

Deșeul rezultat este preluat apoi de rolele sistemului de evacuare și transportat pe patul de role pînă în dreptul împingătorului **12**, care îl transferă apoi în depozitul de deșeuri.

Discul obținut este evacuat în același mod, ca în cazul alimentării cu benzi continue în rulouri.

Trebuie menționat că linia poate fi folosită integral sau parțial, în scopul alimentării automate a preselor. Aceeași linie poate fi utilizată și la realizarea altor repere de diferite geometrii, numai prin simpla înlocuire a sculelor și containerelor, acestea fiind singurele elemente specifice ale liniei.

Celelalte utilaje pot fi reglate și adaptate ușor, conform diferitelor cerințe ce se impun în procesul de producție.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x: DESIGN HANDBOOK — Mc GRAW-HILL BOOK COMPANY. Edition second, 1975.

[2] *Katkov, V. F.:* Oborudovonie i sredstva avtomatizații i mehanizații zogotovitelno-stampovocinîh țehov — Moskva, Mașinostroenie 1985 pag. 108—143.

[3] *Tabără, V., Catrina, D.:* Calculul proiectarea și reglarea preselor, Ed. Tehnică, 1976 pag. 297—305.

[4] *Apostolina, Alexandra, Marin, Gh., Roșca, A.:* Mecanizarea și automatizarea proceselor de presare la rece — In Construcția de mașini, 11/1985, pag. 578—586.

[5] *Sehter, V., Fillippof, W.:* Mecanizarea și automatizarea ștanțării pieselor din tablă. I.D.T. București, 1961.

CZ : 338.062.214 : 621-52 ; 621.983.32

Linie de transfer pentru presat jenți auto

Ing. Aurel **ROȘCA**, ing. Cristian **GARBAȘEVSCHI**, subing. Silviu **BEDREAGĂ**, tehn. Stan **BOBE** — I.C.T.C.M. București

Una din căile de mărire a productivității muncii, la prelucrarea pieselor din tablă, o constituie mecanizarea și automatizarea operațiilor de prelucrare.

Dintre multiplele posibilități de mecanizare se descrie o linie de transfer formată din cinci prese de catalog avînd fiecare forța de presare de 8000 kN, utilizată la fabricarea jenților auto.

Proiectarea tehnologiei

În vederea proiectării tehnologiei, s-a făcut analiza modului de obținere a jenților, prin operații individuale pe prese universale, unde alimentarea fiecărui utilaj este asigurată de cel puțin doi operatori.

Pentru trecerea fabricației în ciclu automat, s-a impus rezolvarea problemelor de bază ale procesului, în legătură cu sistemul de alimentare al fiecărei prese : poziționarea corectă a semifabricatelor în postul de presare, eliminarea semifabricatelor din sculă (atît din partea inferioară, cît și în special — din partea superioară), precum și transportul piesei de la un utilaj la altul, sistemul de autoblocare și control.

Pentru rezolvarea acestora, s-a impus o analiză amănunțită a reperului, aducîndu-se corecții în ceea ce privește tehnologia acestuia, rezultînd în final forma semifabricatului în fiecare post de lucru.

De asemenea, a rezultat și comasarea unor operații determinîndu-se astfel numărul necesar de matrițe.

În figura 1 este prezentat procesul tehnologic inițial pentru prelucrări în operații individuale, precum și noua dispunere a fazelor pentru prelucrarea pe linie de transfer.

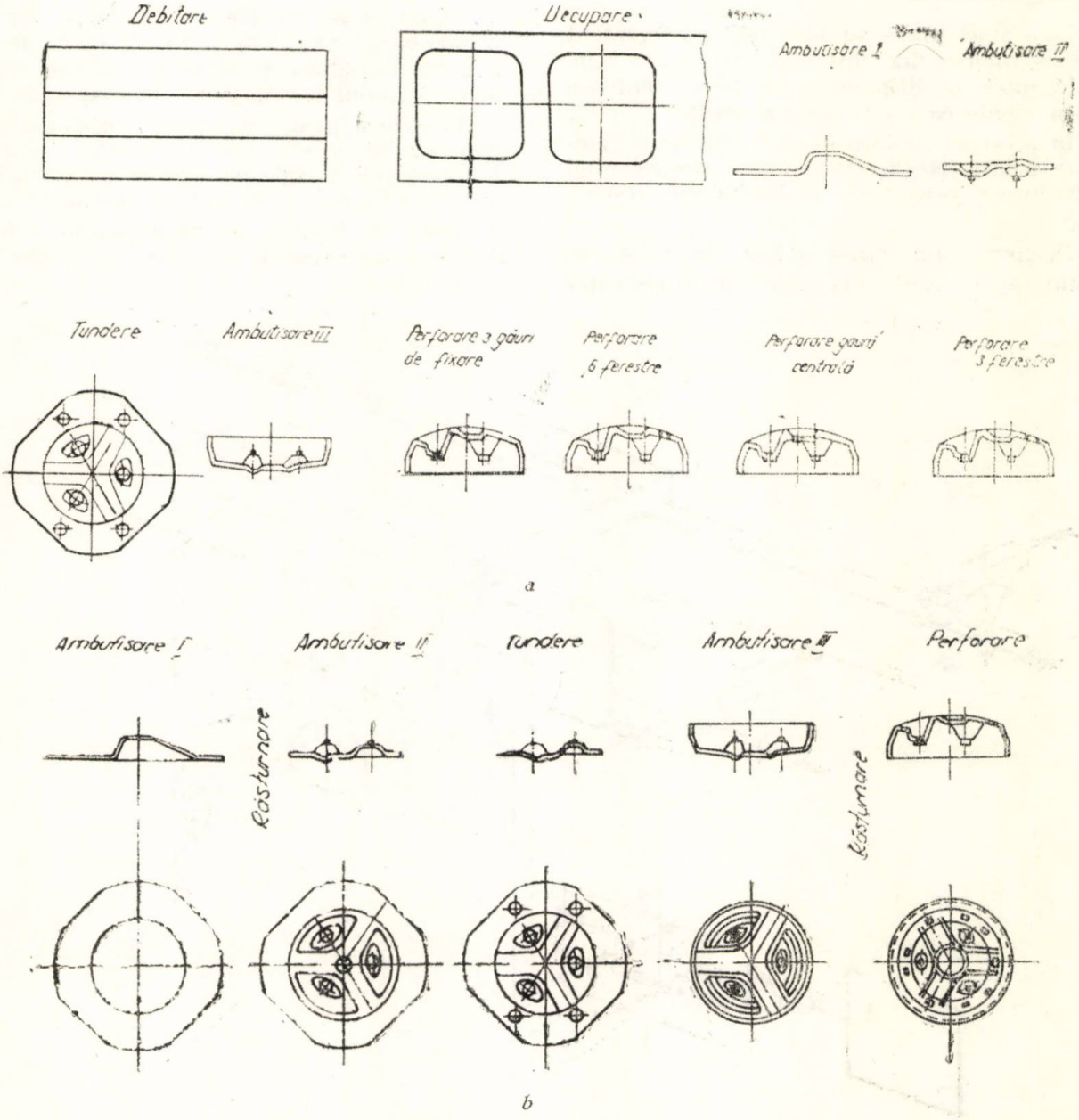


Fig. 1 Procesul tehnologic pentru realizarea discurilor auto în operații individuale, și pe linia automată.

După stabilirea numărului de faze și a numărului de matrițe (cîte una pentru fiecare presă, în total 5), s-au stabilit dimensiunile de gabarit ale matrițelor.

În plus, la proiectarea sculelor, s-a ținut cont de introducerea unui sistem de alimentare a piesei din partea superioară a matriței.

Aceasta, deoarece într-un proces automat de prelucrare este necesară eliminarea piesei din semimatrița superioară, simultan cu eliminarea din matrița inferioară, rămînîd la nivelul acesteia, nu cînd berbecul a ajuns la PMS, cum se întîmplă de obicei în cazul eliminării pieselor din matrițe, pe presele mecanice.

Organizarea liniei

Cele cinci prese au fost așezate montant spre montant avînd distanța între axe 5 m. Acest mod de dispunerea s-a făcut pentru a ușura montarea matrițelor pe presă.

În acest caz, alimentarea și evacuarea pieselor se face din direcția laterală, presele fiind prevăzute în acest sens cu deschiderile respective.

Distanța dintre prese a fost dictată și de faptul că, în cazul reparațiilor, pentru scoaterea axului principal al presei, este nevoie de un anumit spațiu.

Pentru introducerea și scoaterea pieselor din fiecare presă a fost prevăzut cîte un mecanism de transfer.

Schema cinematică a mecanismului este redată în figura 2. Mecanismul se compune dintr-un batiu, care este o construcție sudată, avînd la partea superioară două ghidaje circulare, pe care se deplasează un cărucior, coaxial cu întrega linie. Pe cărucior sînt montate cele două rigle prevăzute cu cleștii port-piesă.

Căruciorul primește mișcarea de la două sănii laterale, antrenate în mișcarea alternativă de două came, prin intermediul unui sistem de cremaliere și sectoare dințate.

Mișcarea de apropierea a riglelor, pentru prinderea pieselor, este preluată, de la un sistem de cremaliere și sectoare dințate, antrenate la rîndul lor de două came speciale.

Camele pentru deplasarea longitudinală a căruciorului, precum și cele pentru mișcarea de apropiere a riglelor, se află pe un arbore principal antrenat de un motoreductor.

Pasul de transfer al mecanismului este de 600 mm, iar cursa de apropiere a riglelor este de 150 mm.

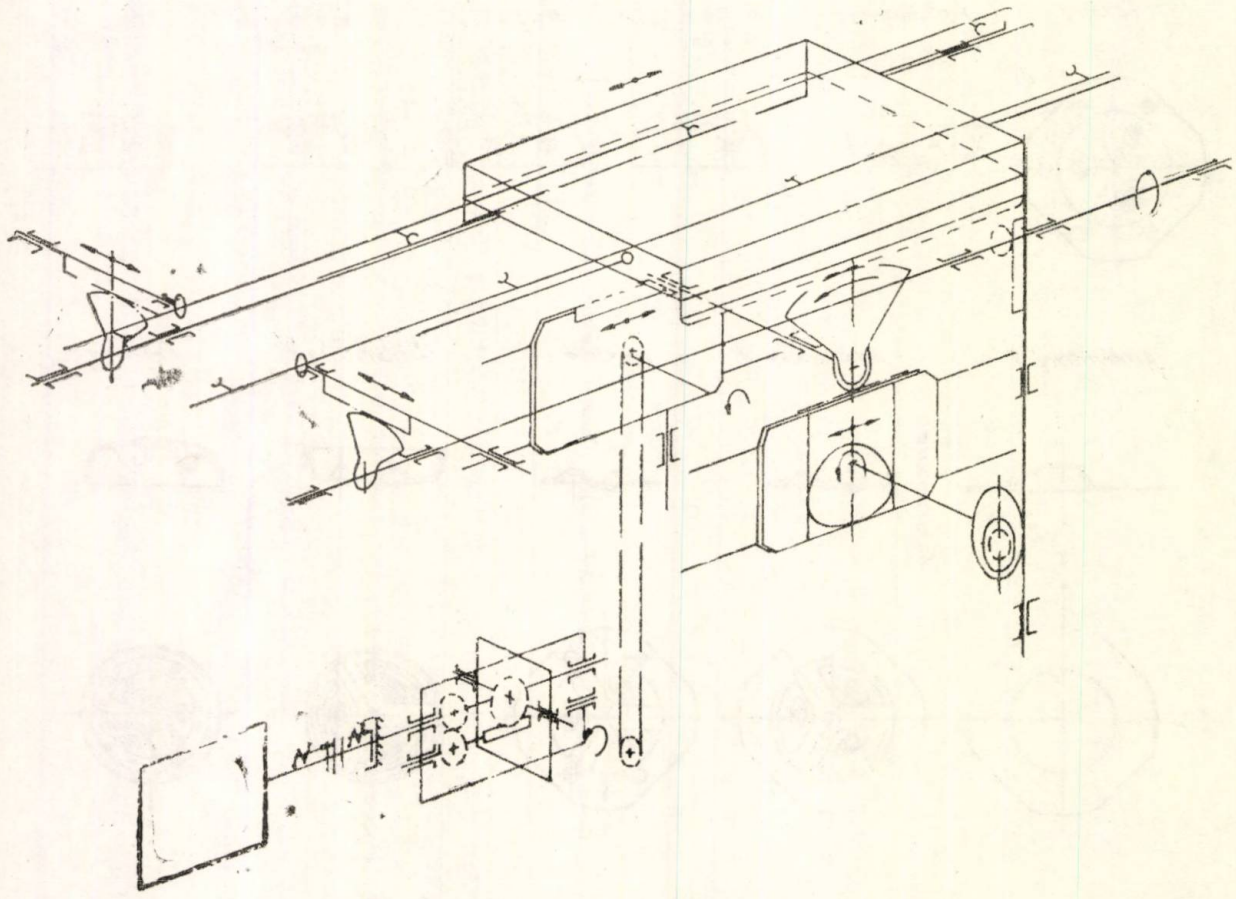


Fig. 2 Schema cinematică a dispozitivului de transfer.

Pe fiecare riglă, există șapte posturi de prindere a pieselor, astfel că mecanismul permite atît introducerea pieselor în postul de lucru, cît și transferul acestora după prelucrare, înspre presa următoare.

Legătura dintre o presă și mecanismul de transfer al presei următoare se face, în general, prin intermediul unei benzi transportoare (fig. 3).

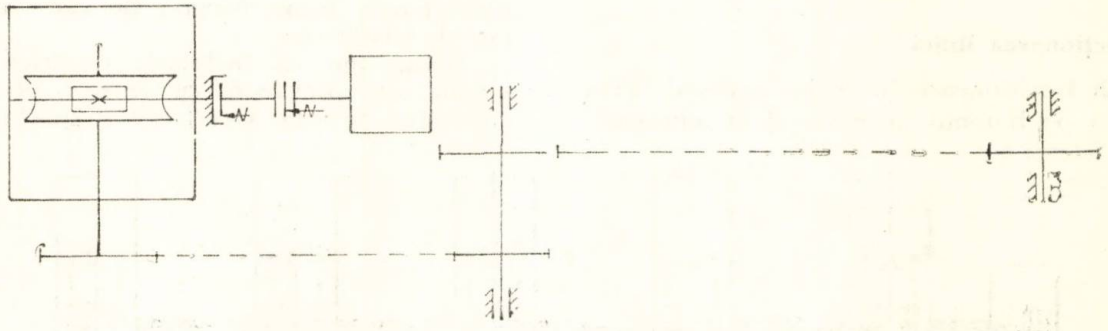


Fig. 3 Bandă transportoare cu racleți. Schema cinematică.

Piesele de pe bandă sînt transportate cu ajutorul unor racleți, solidari cu un lanț transportor acționat prin intermediul unui motoreductor cilindro-melcat.

Atunci cînd pe presa următoare, piesa trebuie introdusă pe fața opusă, operația de răsturnare se face prin intermediul unui mecanism (fig. 4).

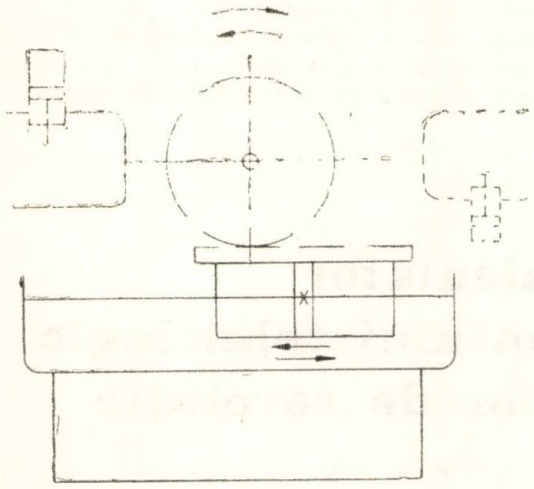


Fig. 4 Mecanism de răsturnare. Schema cinematică.

Mecanismul este alcătuit dintr-un cilindru pneumatic alimentat prin tijă, pe corpul căruia este fixată o cremalieră, care prin intermediul unei roți dințate, basculează suportul post clești respectiv piesa.

Cînd cilindrul pneumatic efectuează o cursă completă, suportul de prindere se rotește cu 180^0.

Mecanismul de răsturnare este montat pe același batiu cu banda transportoare, avînd o funcționare alternativă față de aceasta. La începutul liniei, se află manipulatorul pentru semifabricate plane (fig. 5).

Mecanismul este format dintr-o masă rotativă pe care se află trei containere dispuse la 120^0, și un cilindru pneumatic pentru prinderea și transportul semifabricatului.

Masa rotativă este prevăzută cu un sistem de ridicare. Rotirea mesei se face prin intermediul unui cilindru pneumatic.

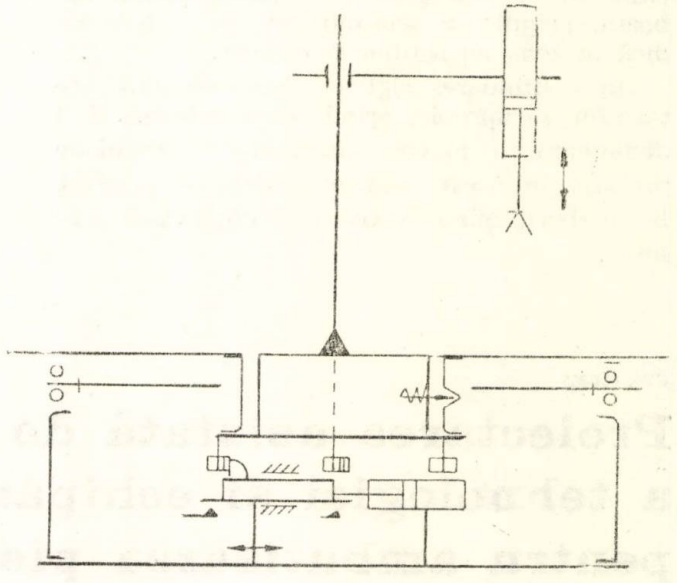


Fig. 5. Manipulatoare pentru semifabricate plane. Schema cinematică.

Cilindrul de transport execută mișcarea pe verticală și, prin intermediul a trei ventuze, prinde cîte o piesă din container, pe care o ridică, în zona de lucru a riglelor, mecanismul de transfer.

În momentul în care s-au terminat piesele dintr-un container, un sesizor oprește funcționarea liniei și presei ; prin comenzi manuale se acționează asupra mesei rotative, fiind adus în postul de alimentare un nou container.

În completare, linia este echipată cu un post de lubrifiere pentru prima operație de ambutisare și, de asemenea, un post de control al grosimii semifabricatului. Acestea se impun, ca o măsură de siguranță pentru cazul cînd din container ventuzele ar ridica, deodată două semifabricate.

În figura 6 se prezintă linia echipată cu mecanismele descrise mai sus.

Funcționarea liniei

Linia funcționează în regim automat. Prin apăsarea pe butonul „pornire ciclu automat", cilindrul de transport al manipulatorului coboară, prinde un semifabricat, pe care îl ridică în zona de acțiune a riglelor.

În continuare, riglele mecanismului de transfer se apropie, prind semifabricatul și îl deplasează cu un pas, aducîndu-l în postul de presare. În acest moment riglele se deschid, iar berbecul piesei coboară și efectuează presarea.

Riglele deschise se întorc în poziția inițială și așteaptă. Cînd berbecul, după efectuarea presării, se va ridica și va ajunge la PMS, comandă reluarea ciclului ; între timp manipulatorul a efectuat ridicarea altui semifabricat în zona de lucru a riglelor.

Operațiile sînt similare și pentru celelalte prese, cu mențiunea că în mecanismele de transfer intră cîte o piesă prelucrată în diverse faze în operația anterioară și adusă fie către banda transportoare, fie către mecanismul de răsturnare.

Menționăm că instalația electrică de comandă este prevăzută cu senzori, pentru poziționarea corectă a pieselor în posturile de lucru, cît și pentru localizarea unei posibile cauze de avarie.

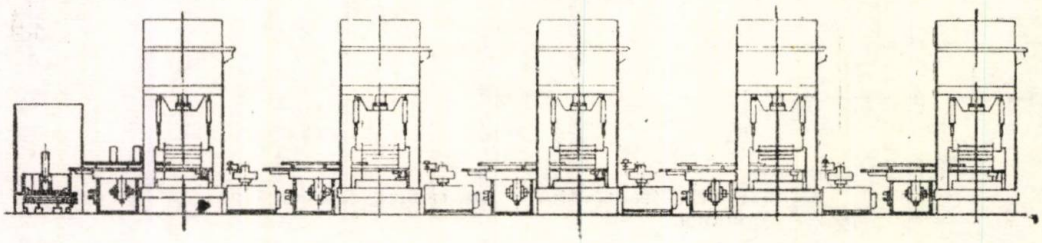


Fig. 6 Linia de transfer echipată cu SDV-uri pentru realizarea unui disc auto.

Subliniem că pe această linie pot fi prelucrate jenți auto pentru toate tipurile de autoturisme și autocamioane ce se fabrică în țară.

Linia are o productivitate de circa 360 jenți pe oră și poate fi condusă de cel mult 3 muncitori. A fost proiectată și executată pentru Fabrica de Jenți Auto Drăgășani.

CZ : 621.985

Proiectarea asistată de calculator a tehnologiei și echipamentului tehnologic pentru ambutisarea pieselor de revoluție

Conf. dr. ing. Mihai **TEODORESCU**, ing. Cătălina **ROȘCA** — Universitatea Galați

O metodă modernă de proiectare, apărută odată cu spectaculoasele progrese ale informaticii, o constituie proiectarea asistată de calculator, care asigură o precizie ridicată de calcul, viteză mare de lucru, precum și posibilitatea încercării mai multor variante de calcul și de alegere, în acest fel, a variantei optime.

Lucrarea de față prezintă un pachet de subprograme care s-au utilizat pentru proiectarea tehnologiei și a echipamentului tehnologic pentru piese cilindrice cu flanșă (fig. 1, a) și piese cilindrice fără flanșă (fig. 1, b), obținute prin ambutisare din semifabricat individual și pentru piese de orice formă obținute prin ambutisare succesivă din bandă.

Pentru a se putea elabora procesul tehnologic, precum și a se putea proiecta matrițele pentru ambutisare, este necesar să se cunoască dacă piesa, cu o anumită formă și dimen-

siuni și dintr-un anumit material, se poate ambutisa dintr-o singură operație, sau sînt necesare mai multe ambutisări.

Din punct de vedere economic, este indicat ca piesa să se execute dintr-un număr cît mai mic de operații de ambutisare, lucrînd

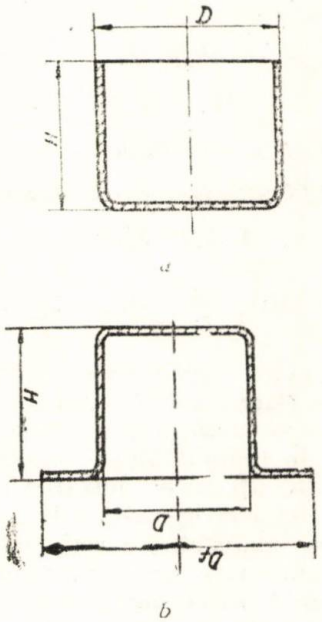


Fig. 1 Piese cilindrice : a) fără flanșă ; b) cu flanșă, obținute prin ambutisare din semifabricat individual.

cu un grad de deformare cît mai mare la fiecare operație, iar din punct de vedere tehnic se impune să se aleagă un astfel de proces de deformare, încît tensiunile interioare ale piesei ambutisate să nu determine ruperea. La ambutisarea pieselor cilindrice fără flanșă, gradul de deformare se poate determina cu ajutorul unor indici, cum ar fi :

$$G_d = \frac{D-d}{d};\ \frac{D-d}{D};\ \ln\frac{D}{d};\ \frac{D}{d};\ \frac{d}{D}, \qquad (1)$$

în care :

D este diametrul semifabricatului plan ;
d — diametrul piesei cilindrice ambutisate.

Dintre acești indici doar cel exprimat prin raportul $\frac{d}{D} = G_d$ variază invers proporțional cu gradul de deformare. Acesta este numit coeficientul de ambutisare și este cel mai des utilizat pentru calculele de proiectare, la ambutisarea pieselor cilindrice fără flanșă și fără subțierea pereților. Pentru următoarele operații de ambutisare a pieselor cilindrice fără flanșă, coeficientul de ambutisare se va determina ca raport al diametrului obținut la operația respectivă și diametrul de la operația precedentă, adică :

$$G_i = \frac{d_i}{d_i - 1} \qquad (2)$$

La ambutisarea din semifabricat individual a pieselor cilindrice cu flanșă, se folosește un coeficient convențional de ambutisare, pentru prima operație, determinat cu ajutorul relației :

$$G_c = \frac{d}{D_c}, \qquad (3)$$

în care :

d este diametrul porțiunii cilindrice ambutisate;
D_c — diametrul acelui semifabricat plan care ar fi necesar pentru obținerea unei piese fără flanșă, cu înălțimea h și diametrul d.

Coeficienții de ambutisare au, în toate cazurile, valori diferite pentru prima operație, față de următoarele operații. La alegerea lor va trebui să se țină seama că prin creșterea grosimii relative a materialului prelucrat, a razelor relative la zonele active ale matriței, prin micșorarea dimensiunilor piesei prelucrate, prin utilizarea semifabricatului, a jocului dintre elementele active, a vitezei și lubrifierii corespunzătoare se poate micșora coeficientul de ambutisare, deci se va mări gradul de deformare.

Procesul tehnologic de ambutisare se poate desfășura fără reținerea materialului, ori cu reținerea materialului, aspect ce se impune la grosimi relative de valoare redusă.

Cel mai avantajos mod de lucru este cel cu reținerea materialului, deoarece se elimină formarea cutelor la piesa finită. Reținerea materialului se poate face în două moduri :

a) plană (fig. 2, a) ;
b) combinată (fig. 2, b).

La ambutisarea cu reținere combinată, datorită faptului că se pot utiliza plăci active cu raze mari de racordare și se elimină pericolul formării cutelor la semifabricat, se poate lucra cu coeficienți mai mici de ambutisare, decît cei de la reținerea plană.

Pornind de la dimensiunile intermediare, se calculează dimensiunile zonei de lucru ale poansonului și plăcii de ambutisare, ținîndu-se seama și de :

— modul de cotare a piesei pe desenul de execuție și precizia impusă acesteia ;

— elementul activ care să determine dimensiunea piesei ;

— modificarea unor dimensiuni ale piesei în timpul ambutisării și după scoaterea din zona activă a matriței ;

— modul în care se uzează elementele active, toleranțele de execuție ale elementelor active.

De tehnologia aplicată și de varianta dimensională și constructivă a matriței folosite, depinde apariția, sau nu, a unor defecte la piesa finită, de forma :

— urme lucioase pe material datorită jocului prea mic sau poziției excentrice a poansonului față de inelul de fixare ;

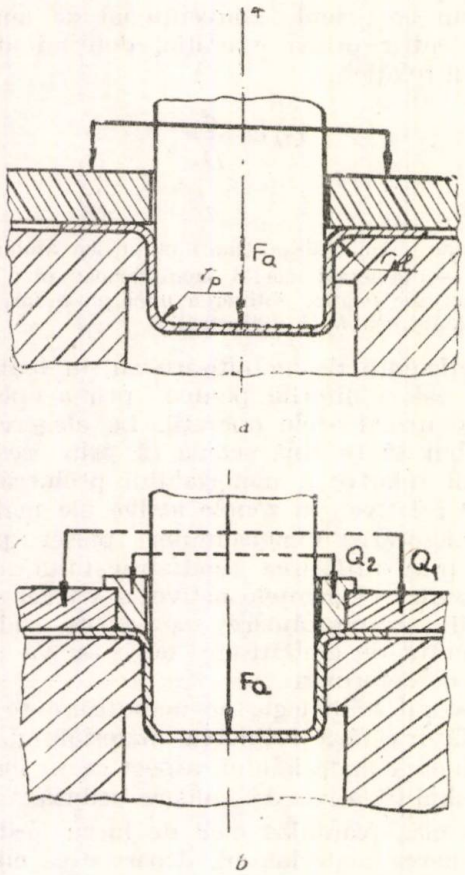


Fig. 2 Ambutisarea cu reținere : a) plană ; b) combinată.

— margini cu franjuri sau îndoituri verticale, datorită unor raze de ambutisare mari, jocului de ambutisare mare sau datorită presiunii de reținere a semifabricatului mai mică decît cea necesară ;

— ruperea completă, de jur-împrejur, a părții de la bază, datorită unor raze de racordare ale elementelor active mici, sau datorită jocului mic.

Ele mai pot apărea și datorită unei viteze de ambutisare mari, sau unei presiuni a inelului de reținere prea mare.

După stabilirea tehnologiei și a dimensiunilor zonei de lucru ale poansonului și plăcii de ambutisare, se calculează forța necesară pentru ambutisarea piesei. Pentru determinarea forței de ambutisare a pieselor cilindrice fără flanșă, se pot folosi relațiile simplificate :

a) pentru prima ambutisare :

$$F_{a1} = 1{,}25\pi g\sigma_r(D - d_1) \qquad (4)$$

b) pentru următoarele ambutisări :

$$F_{an} = 1{,}3\pi g\sigma_r(d_{n-1} - d_n) \qquad (5)$$

Punînd condiția ca forța de ambutisare F_{al} să nu depășească forța care ar produce ruperea piesei cilindrice ambutisate (F_r), se poate obține o valoare limită a coeficientului de ambutisare :

$$F_{al} \leqslant F_r \qquad (6)$$

$$F_r = \pi d_1 g\sigma_r$$

Folosind relația (4) se obține :

$$1{,}25\pi g\sigma_r(D - d_1) \leqslant \pi d_1 g\sigma_r$$

$$1{,}25D \leqslant 2{,}25d_1$$

$$\frac{d_1}{D} \geqslant 0{,}55 \text{ dar, } \frac{d_1}{D} = m_1, \text{ deci } m_1 \geqslant 0{,}55 \qquad (8)$$

Deci, la prima ambutisare a pieselor cilindrice fără flanșă, coeficientul de ambutisare va trebui să îndeplinească condiția (8). În cazul în care se îmbunătățesc condițiile de ambutisare (prin utilizarea lubrifierii corespunzătoare, a razelor de racordare la placă, de valori mari dar admisibile, a reținerii semifabricatului și chiar a reținerii combinate), se va folosi mai bine materialul prelucrat și se va putea lucra cu un coeficient de ambutisare sub valoarea 0,55.

Valorile obținute pentru forța de ambutisare necesară la cele n operații de ambutisare se folosesc în etapele următoare de proiectare, pentru dimensionarea și verificarea elementelor componente ale echipamentului tehnologic și pentru alegerea utilajului corespunzător pentru presare.

Urmărind aceste etape pentru proiectarea tehnologiei și echipamentului tehnologic pentru ambutisarea pieselor de revoluție, pachetul de subprograme propus în această lucrare conține :

PROTEHN — subprogram care realizează calculul dimensiunilor semifabricatului DSEM, determinarea numărului NN de ambutisări necesare, determinarea diametrului, înălțimii și razelor de racordare ale piesei în fazele intermediare de ambutisare și determinarea lățimii benzii în cazul ambutisării succesive.

PRODIP — subprogram de calcul al dimensiunilor și toleranțelor zonei de lucru a elementelor active, cuprinzînd următoarele etape ; determinarea toleranței piesei în fazele intermediare : T (i) ; determinarea jocului între elementele active la cele NN ambu-

tisări : JA (i) ; calculul diametrul plăcii active și al poansonului, al razei de racordare a plăcii, active și al poansonului, al toleranței plăcii active și al poansonului pentru cele NN operații de ambutisare : DPL (i), DP (i), PRPL (i), RRP (i), TPL (i), TP (i).

PROFOR — subprogram de calcul al forței, lucrului mecanic și al puterii necesare în timpul celor NN operații de ambutisare. Acest subprogram parcurge etapele : calculul forței de ambutisare pentru cele NN operații de ambutisare : P (i) ; determinarea forței de reținere cu ajutorul funcției externe : FUNCTION FR (Z, IM, C8, DSEM, G, DI, RRPL, N) ; determinarea forței totale la cele NN ambutisări : FT (i) ; determinarea forței de calcul la cele NN ambutisări : FTC (i) ; calculul lucrului mecanic pentru cele NN ambutisări : A (i) ; calculul puterii necesare pentru cele NN ambutisări : PU (i).

PRODIP 2 — subprogram de calcul de dimensionare și verificare a plăcii active urmărind fazele: stabilirea tipului de placă activă urmărind fazele : stabilirea tipului de placă activă — circulară sau dreptunghiulară ; calculul elementelor geometrice ale plăcii active : H1, BH, DS, DST, B4, B3, B2, DMAX, A1, B1 ; verificarea la încovoiere a plăcii active.

PROPON — subprogram de dimensionare și verificare a poansonului cuprinzînd fazele : determinarea formei constructive a poansonului ; calculul lungimii necesare a poansonului : LP1 ; determinarea dimensiunilor poansonului normalizat : DIM (11), LP ; verificarea poansonului la compresiune ; verificarea poansonului la flambaj.

PRODIP 1 — subprogram de dimensionare și verificare a plăcii de bază în următoarele faze : stabilirea modului de obținere a plăcii de bază, prin turnare sau prin laminare ; determinarea dimensiunilor plăcii de bază normalizate ; verificarea plăcii de bază normalizate ; verificarea plăcii de bază la încovoiere.

PROPLACA — subprogram de determinare a caracteristicilor dimensionale ale plăcii superioare normalizate, pornind de la valorile E1 și E2 ale distanțelor dintre găurile pentru bucșele de ghidare din placa de bază și de la valoarea calculată a grosimii plăcii superioare.

PRODIP 3 — subprogram pentru stabilirea caracteristicilor dimensionale ale coloanelor de ghidare normalizate și ale bucșelor de ghidare normalizate sau nu, necesare, pornind de la înălțimile, maximă și minimă, calculate pentru coloanele de ghidare și de la diametrul găurilor din placa superioară.

PROPRES — subprogram de stabilire a tipului și caracteristicile presei necesare, pornind de la valoarea forței sau a forței maxime (pentru dublu efect) necesare.

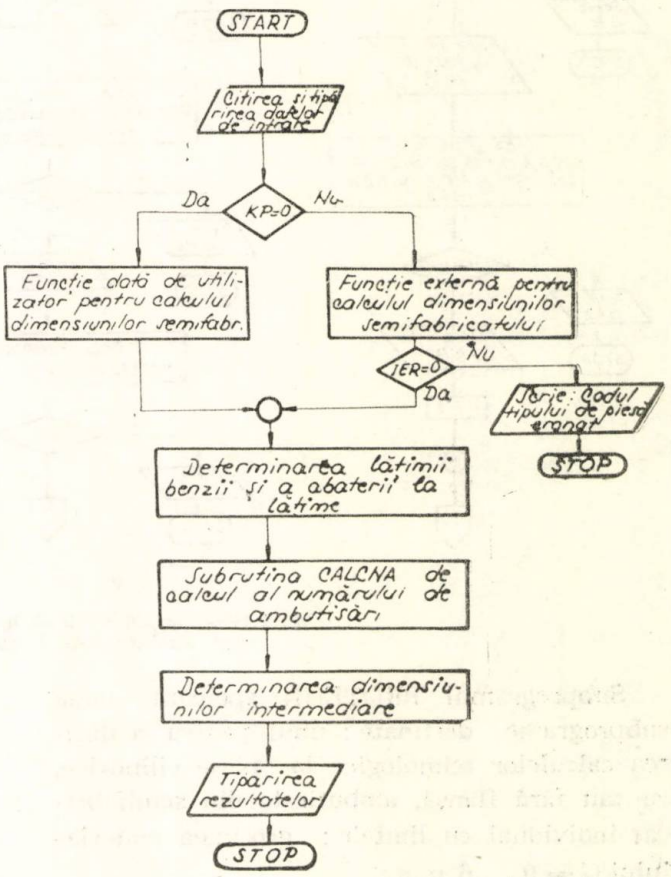


Fig. 3 Schema-bloc a subprogramului ce realizează calculele tehnologice la piese ambutisate succesiv din bandă.

În programul principal aceste subprograme sînt apelate în ordinea în care au fost prezentate (fig. 4).

— și unul pentru ralizarea calculelor tehnologice la piese de orice formă, obținute prin ambutisare succesivă din bandă (fig. 3).

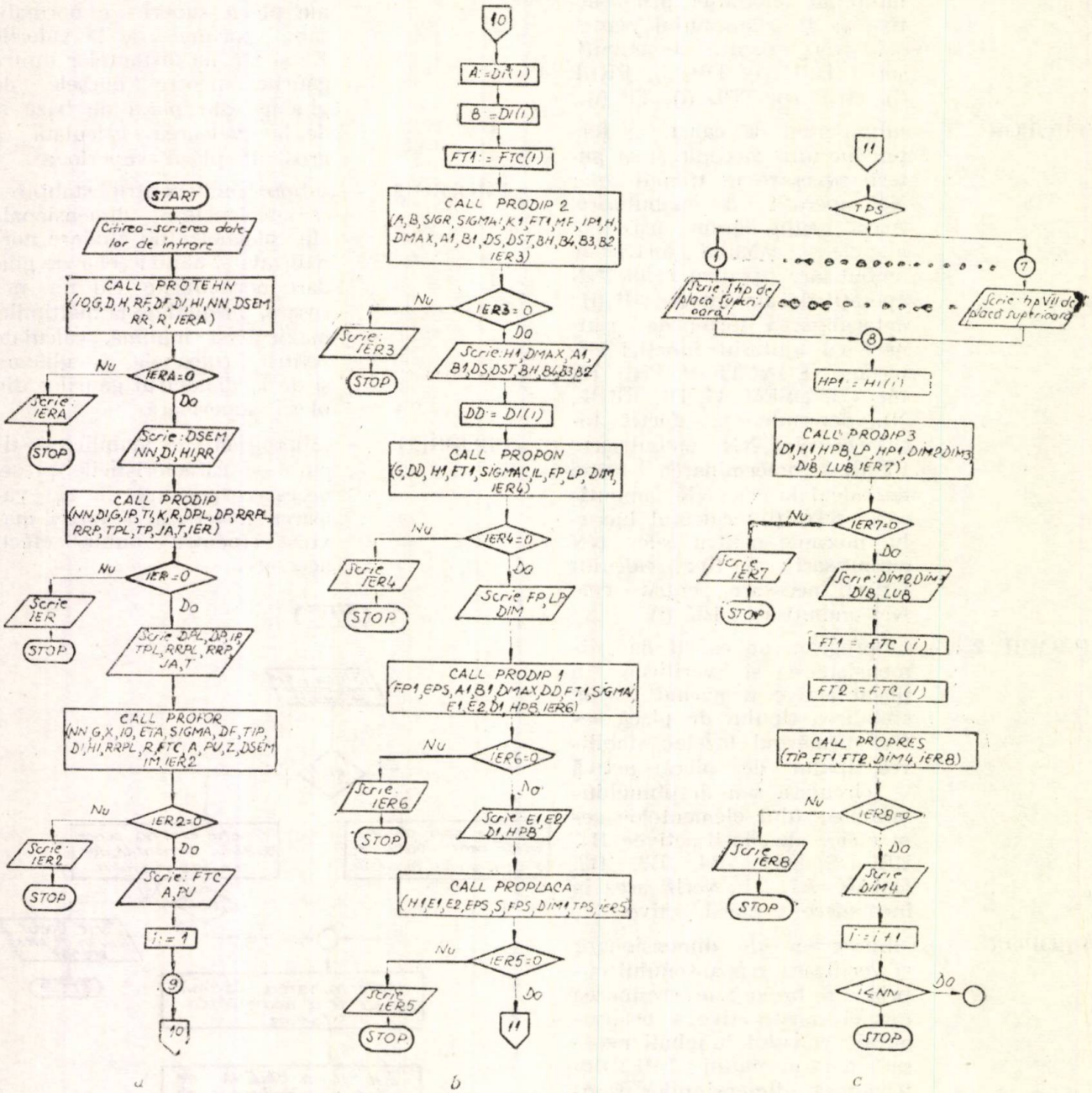


Fig. 4 Schema logică a programului principal în care sînt apelate cele 9 subrutine.

Subprogramul PROTEHN apelează două subprograme destinate : unul pentru realizarea calculelor tehnologice la piese cilindrice, cu sau fără flanșă, ambutisate din semifabricat individual cu limtele : grosimea materialului $G = 0 \ldots 6$ mm ;

— înălțimea pieselor $H = 0 \ldots 260$ mm ;

— diametrul pieselor $D = 0 \ldots 260$ mm,

BIBLIOGRAFIE

[1] *Teodorescu, M., Zgură, Gh.* : Tehnologia presării la rece, București, EDP, 1980.

[2] *Teodorescu, M., Zgură, Gh.* : Elemente de proiectare a ștanțelor și matrițelor, ed. II, București, E.D.P., 1983.

[3] *Iliescu, C.* : Tehnologia ștanțării și matrițării la rece, București, EDP, 1977.

[4] *Bumbaru, S.* : Programarea calculatoarelor, Universitatea din Galați, 1979.

[5] *Romanovschi, V.P.* : Ștanțarea și matrițarea la rece. Ed. Tehnică, București, 1970.

CZ : 621.983.32

Proiectarea, cu ajutorul calculatorului, a zonei active la profilarea la rece din bandă

Ing. Dumitru **NICOARĂ**, conf. dr. ing. Mihai **TEODORESCU**, ing. Viorel **PĂUNOIU**, ing. Lorena **DELEANU** — Universitatea Galați

Utilizarea profilelor îndoite la rece (pentru înlocuirea unor profile laminate la cald, sau în cazul cînd forma secțiunii nu permite realizarea lor prin laminare la cald) s-a impus datorită unui număr de avantaje pe care acestea le oferă.

Prin înlocuirea profilelor laminate la cald cu profile îndoite la rece se obține, în primul rînd, o reducere a consumului de metal fără o creștere a manoperei necesare pentru prelucrare și montaj. Procesul de profilare la rece permite o distribuire mai rațională a metalului în secțiune, la grosimi minime ale peretelui, realizarea unei foarte mari varietăți de tipodimensiuni și forme ale secțiunii transversale, ceea ce asigură o utilizare mai eficientă a materialului și o adecvare maximă la necesitățile beneficiarului. Devine astfel posibilă executarea unor porțiuni de construcție dintr-un singur element eliminîndu-se operațiile de asamblare, ceea ce conduce în ultimă instanță tot la o reducere a consumului de metal și energie.

Produsele obținute prin profilare la rece sînt caracterizate, în raport cu cele laminate la cald, printr-un grad ridicat de finisare a suprafeței, realizată prin acoperiri metalice sau nemetalice, ori prelucrări speciale chiar a semifabricatului inițial, a cărui suprafață nu este degradată în timpul profilării. Aceste produse pot fi executate dintr-o gamă foarte largă de materiale mergînd de la oțelurile carbon obișnuite, pînă la oțelurile slab aliate și inoxidabile, oțeluri placate, metale și aliaje neferoase, respectiv orice material metalic care poate fi deformat plastic la rece.

S-au dezvoltat și coexistă două procedee principale de execuție a profilelor prin deformare plastică la rece : îndoirea pe presă (abkant) și profilarea continuă pe instalații cu role (existînd însă și alte posibilități cu aplicabilitate și eficiență mai reduse).

Dintre procedeele tehnologice utilizate pentru obținerea acestor produse, cel care s-a impus cel mai mult, datorită multiplelor sale avantaje (dintre care productivitatea ocupă primul loc), este profilarea continuă din bandă pe instalații cu role, la care procesul de deformare decurge continuu, semifabricatul sub formă de bandă sau fîșie fiind deformat treptat, în mai multe etape, la trecerea lui prin jocul, cu o formă adecvată, dintre mai multe perechi de role acționate în mișcare de rotație.

Cercetările întreprinse pînă în prezent au stabilit că, în procesul de profilare continuă cu role, deformarea materialului are un caracter foarte complex, generat și de multitudinea factorilor ce intervin în desfășurarea procesului.

Se consideră că deformarea materialului între o pereche de role (fig. 1) se extinde pe o anumită porțiune longitudinală a benzii (porțiune care constituie focarul de deformare), limitată de zone nedeformate și caracterizată prin modificarea continuă de-a lungul ei a unghiu-

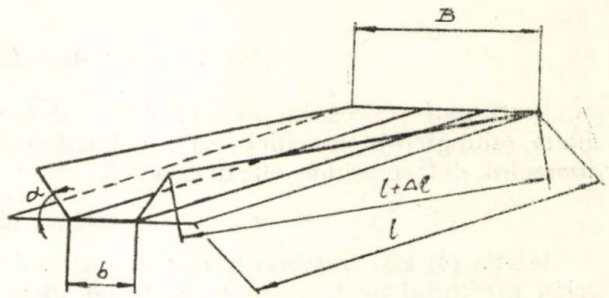


Fig. 1 Schema simplificată a deformării la profilare.

lui și razei de îndoire a elementelor profilului. Cercetări mai amănunțite [2] au stabilit că în acest proces deformările cele mai importante, din punctul de vedere al calității produsului finit, le capătă zonele extreme ale aripilor (muchiile) profilului, care suferă un proces de întindere și comprimare alternativă, în cursul trecerii de la o etapă de profilare, la alta, trecere în care aripa profilului ia forma unei suprafețe spațiale riglate.

Avînd în vedere aceste aspecte, pornind de la o schemă de deformare ca aceea din figura 2, se stabilește [2, 4] că deformația relativă a muchiei profilului în planul diametral al rolelor este :

$$\varepsilon = \frac{m_1 + m_2 - L}{L} \tag{1}$$

în care :

$$m_1 = \sqrt{l_1^2 + f_1^2} \tag{2}$$

$$m_2 = l_2 + \frac{2}{3} \cdot \frac{f_2^2}{l_2} \tag{3}$$

și reprezintă lungimile muchiei profilului în zonele l_1 și l_2 ale focarului de deformare, caracterizate prin deformațiile longitudinale de

întindere și respectiv de compresiune, iar L este lungimea focarului de deformare pînă în planul diametral al rolelor.

Pentru a evita apariția unor defecte ale produsului finit, de tipul muchiilor ondulate, generate de producerea unor deformații plastice remanente în aceste zone, este de dorit

în care y_{ci} este cota centrului de greutate al secțiunii profilului în etapa i considerată, ce poate fi determinată pe baza teoremei lui Pappus-Guldin :

$$y_{ci} = \frac{b^2 \cdot \sin \alpha_i}{h + 2(b - g)} \tag{7}$$

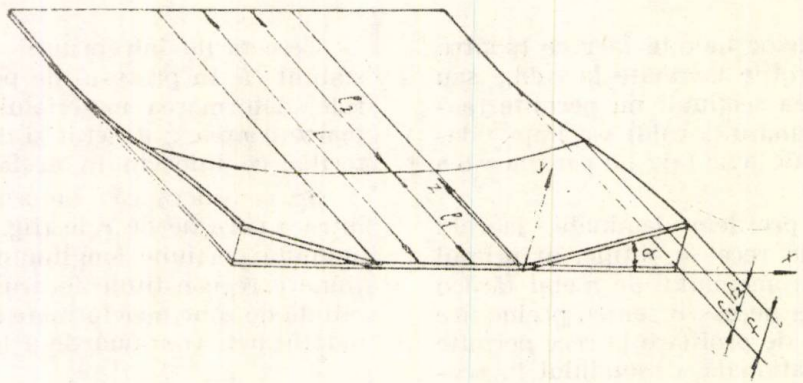


Fig. 2 Focarul de deformare la profilarea din bandă.

ca, în timpul procesului de profilare, deformația (alungirea) muchiei să nu depășească domeniul deformațiilor elastice, adică :

$$\varepsilon \leqslant \varepsilon_{0,2} \tag{4}$$

Relația (4) este valabilă numai în cazul cînd aripa profilului ar fi absolut rigidă iar distribuția deformației relative pe lățimea ei ar corespunde figurii 3, a. În realitate, starea de

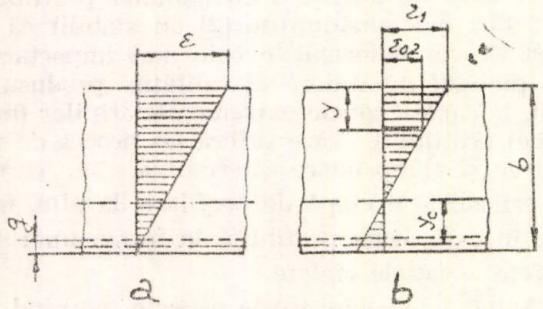


Fig. 3 Variația alungirii pe lățimea aripii profilului: a — în cazul aripii absolut rigide ; b — în cazul real.

deformații a aripii profilului fiind mai complexă, distribuția deformațiilor pe lățimea ei este analogă cazului îndoirii pure (fig. 3, b), caz în care deformația relativă a muchiei nu trebuie să depășească însă limita de elasticitate, adică:

$$\varepsilon_1 \leqslant \varepsilon_{0,2} \tag{5}$$

Deformația relativă ε_1 este determinată din corelații geometrice (pe baza figurilor 3 și 4) :

$$\frac{\varepsilon}{b} = \frac{\varepsilon_1}{b - \left(y_{ci} - \frac{g}{2}\right)} \tag{6}$$

Cu acestea, condiția (4) devine :

$$\varepsilon \leqslant \varepsilon_{0,2} \cdot \frac{b}{b - \left(y_{ci} + \frac{g}{2}\right)} \tag{8}$$

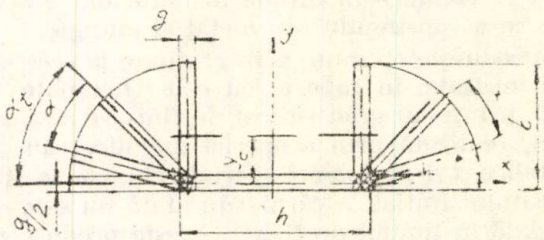


Fig. 4 Schema de calcul pentru determinarea deformației relative.

Pornind de la expresia (8), după o serie de substituiri, se ajunge la o relație ce face legătura între unghiul de îndoire al aripii profilului α, elementele sale geometrice (b, h, g), unghiul total de îndoire pînă în etapa considerată α_i și caracteristicile de material ($E, \sigma'_{0,2}$ - în care se ia în considerare și efectul ecruisării produsă ca urmare a deformării profilului în etapa succesivă):

$$\frac{\sqrt{b^2 + \left(1 - \frac{y}{g}\right)^2 \left(\frac{\pi b \alpha}{360}\right)^2} - b}{b + \left[\frac{4,4}{7}\left(\frac{\pi \alpha}{360}\right)^2 \frac{b^7}{g^2}\right]^{0,2}} +$$

$$+ \frac{2}{3} \frac{\left(1 - \frac{y}{b}\right)^2 \left(\frac{\pi b \alpha}{360}\right)^2}{\left[\frac{4,4}{7}\left(\frac{\pi \alpha}{360}\right)^2 \frac{b^7}{g^2}\right]^{0,2} \left\{b +\right.}$$

$$+\left[\frac{4{,}4}{7}\left(\frac{\pi\alpha}{360}\right)^2\frac{b^7}{g^2}\right]^{0,2}\Bigg\}\leqslant$$

$$\leqslant\frac{\sigma'_{0,2}}{E}\cdot\frac{b}{b-\left[\dfrac{b^2\sin\alpha_t}{h+2(b-g)}+\dfrac{g}{2}\right]} \qquad (9)$$

Mărimea y (fig. 3) ia în considerare faptul că, în practică, se acceptă tutuși o mică deformare plastică a muchiei profilului care produce o curbare a acesteia nu mai mare de 1 mm/1 m și, prin urmare, inegalitatea (9) va fi valabilă pentru stratul aflat la distanța y de muchia profilului, fapt avantajos din punctul de vedere al reducerii numărului etapelor de deformare.

Pornind de la inegalitatea (9) se poate stabili, prin iterații sucesive, unghiul maxim admisibil pentru îndoirea aripilor profilului, în fiecare etapă de deformare, și — respectiv — numărul acestor etape pentru obținerea unghiului total, final, de îndoire.

Probleme deosebite apar în cazul executării profilelor asimetrice, cînd datorită solicitării asimetrice (neuniforme) a benzii care se profilează, produsul finit rezultă torsionat, fapt ce îi afectează calitatea.

Pentru înlăturarea acestei situații, în cazul profilelor de tip „U", asimetrice, se recomandă [5],ca, într-o primă fază a procesului de profilare, aripile profilului să se îndoaie cu unghiuri diferite, stabilite astfel încît momentele de încovoiere ce le solicită să se ehilibreze reciproc, în raport cu centrul de greutate al secțiunii profilului. Cum însă aripa mai îngustă va fi deformată la unghiuri de îndoire, pe fază, mai mari decît aripa mai lată, ea va ajunge mai rapid la unghiul final de îndoire. Din acest moment se trece în a doua fază a procesului de profilare (fig. 6), în care fundul profilului suferă rotire în zona activă a rolelor, astfel încît momentul de încovoiere ce solicită această zonă să echilibreze momentul incovoietor ce acționează asupra aripii mai late a profilului.

Proiectarea tehnologiei de execuție și a setului de role necesare realizării unui profil conform celor prezentate anterior impune rezolvarea următoarelor probleme principale :

— stabilirea lățimii semifabricatului inițial pornind de la forma și dimensiunile secțiunii transversale a profilului finit ;

— determinarea numărului și a succesiunii fazelor de deformare, în funcție de gradele de deformare unghiurile admisibile pentru condițiile de lucru date, în funcție de care va rezulta numărul etapelor succesive de deformare de la semifabricatul plan la profilul finit ;

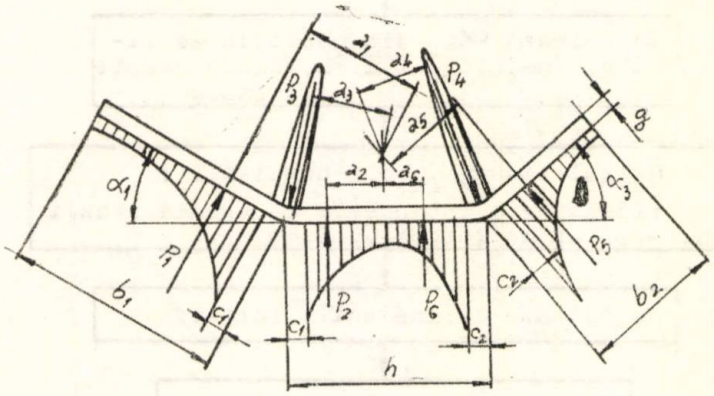


Fig. 5 Distribuția solicitărilor elementelor profilului asupra rolelor de deformare în prima etapă de formare a profilului asimetric.

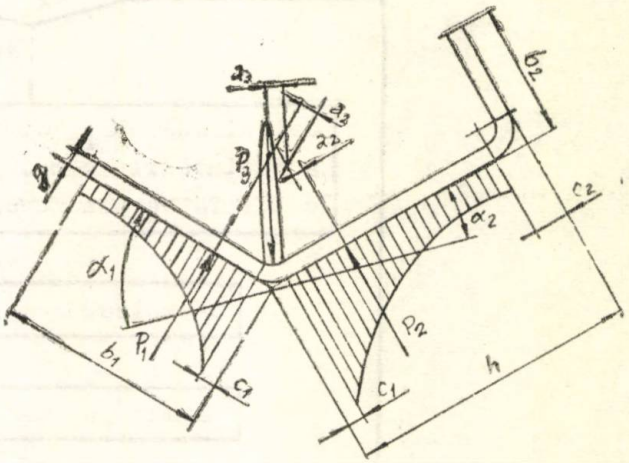


Fig. 6 Distribuția solicitărilor elementelor profilului asupra rolelor de deformare în a doua etapă de formare a profilului asimetric.

— stabilirea geometriei zonei de lucru a rolelor pentru profilare (calibrul rolelor) corespunzător secțiunii transversale a profilului în fiecare fază de deformare, în conformitate și cu caracteristicile tehnice ale instalației de profilare ;

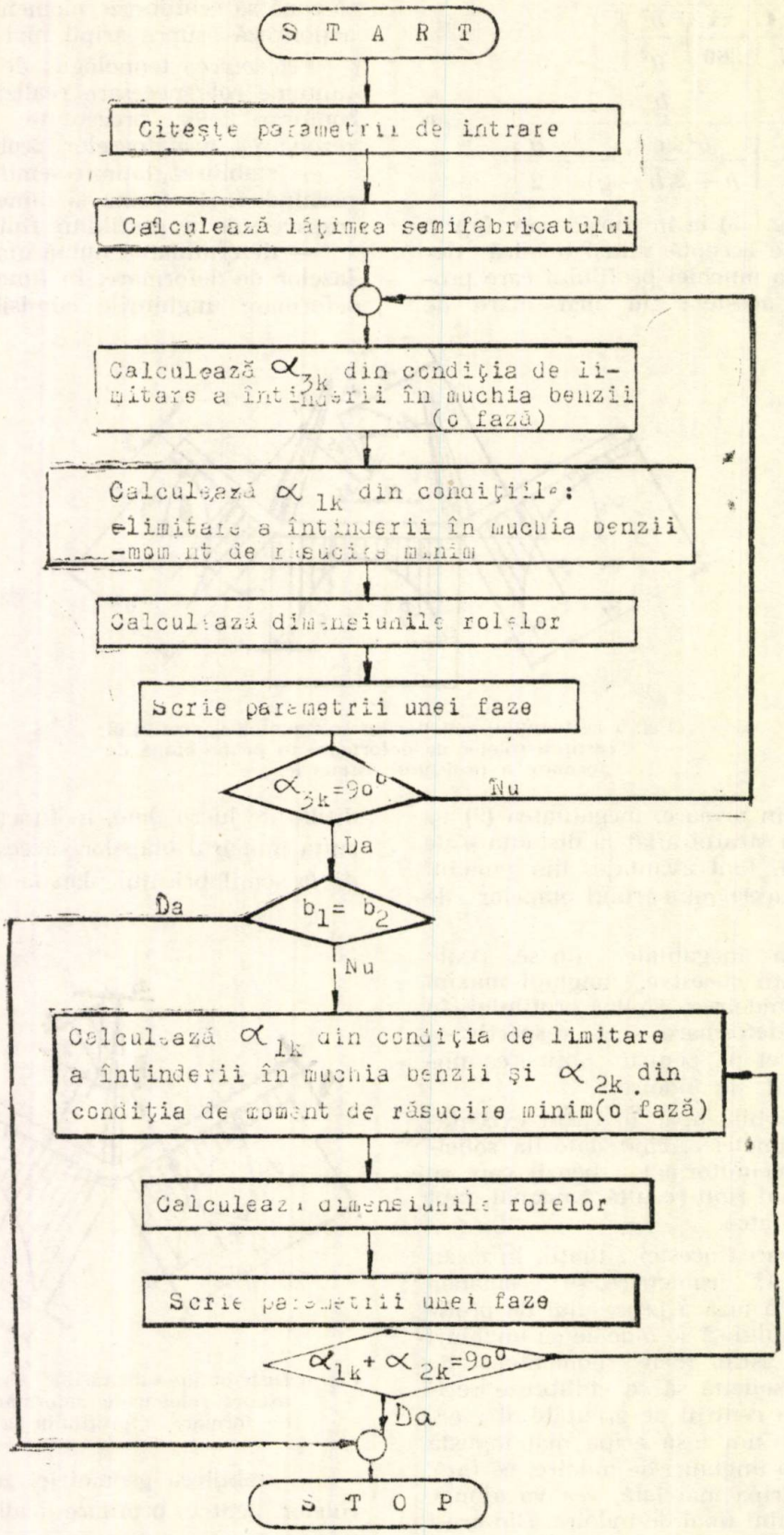


Fig. 7 Schema bloc a programului PROFIL.

— determinarea parametrilor energetici ai procesului de profilare (forțe, momente de acționare la arborii rolelor, puteri).

Determinarea prin calcul a tuturor elementelor geometrice necesare proiectării setului de role, ținînd cont de cele prezentate anterior, este deosebit de laborioasă, pretîndu-se însă foarte bine la utilizarea mijloacelor electronice de calcul.

În acest sens a fost întocmit, la Universitatea din Galați, un program de calcul pentru profile „U" asimetrice, din care, prin particularizări, pot fi deduse și alte forme. Programul PROFIL abordează primele trei etape ale proiectării tehnologiei de profilare enumerate mai înainte, structura sa fiind prezentată în schema bloc din figura 7. La întocmirea acestui program de calcul s-au avut în vedere următoarele aspecte :

— pentru calculul lățimii semifabricatului inițial, se consideră că secțiunea transversală a profilului finit este alcătuită numai din segmente de dreaptă și arce de cerc (racordări);

— determinarea unghiurilor de îndoire admisibile pe fază se face pe baza relației (9), în care influența ecruisării materialului de la o fază de profilare la alta este luată în considerare prin aproximarea curbei de ecruisare cu un arc de parabolă, adică :

$$\sigma'_{0,2} = \sigma_{0,2} + 6{,}63\alpha_i + 0{,}51\alpha_i^2 \qquad (10)$$

Rezolvarea inegalității (9) se face prin iterații după unghiul α cu pasul interației de 1^0 ;

— pentru profile asimetrice, s-a adoptat schema de profilare conform figurilor 5, 6, putîndu-se face profilarea cu rază constantă sau variabilă pe fază. În prima etapă a procesului de profilare (fig. 5), se stabilește unghiul de îndoire pentru aripa mai lată din condiția limitării deformației în muchia aripii, iar pentru aripa mai îngustă se adoptă valoarea minimă a acestui unghi din condițiile limitării deformațiilor în muchie și a egalității momentelor ce solicită cele două aripi, pînă cînd aripa mai îngustă ajunge la unghiul final de profilare. În a doua etapă (fig. 6), pentru a echilibra încărcarea și a preveni torsiunea finală a profilului, se recurge la o răsucire a poziției lui între role cu unghiul α_2, dedus din egalarea momentelor necesare profilării aripii mai late și a fundului profilului considerate ca formînd împreună un profil cornier (asimetric).

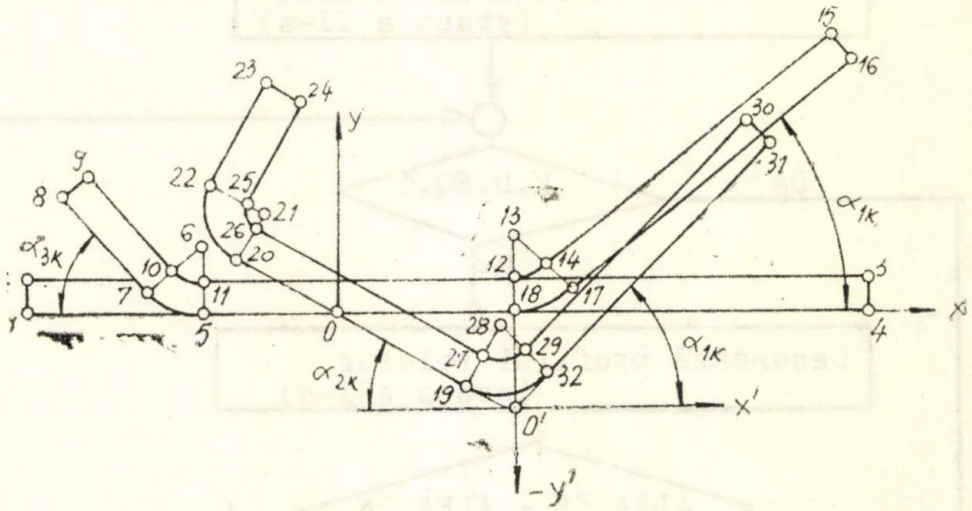


Fig. 8 Punctele caracteristice ale secțiunii profilului utilizate în cadrul programului DESEN.

În cadrul programului PROFIL poate fi apelat, atunci cînd se dispune de un terminal grafic, subprogramul DESEN, prin intermediul căruia utilizînd datele furnizate de primul program se stabilesc coordonatele unor puncte caracteristice ale secțiunii transversale a profilului în etapa respectivă (fig. 8), prin care se desenează direct profilul corespunzător al rolelor (inclusiv cotele necesare executării lor), ușurîndu-se astfel întocmirea documentației de execuție necesară realizării acestora. Schema bloc a programului DESEN este prezentată în figura 9.

Rularea întregului ansamblu de programe stabilit a relevat o concordanță bună a datelor obținute prin calcul, cu cele furnizate de literatură și de practica uzinală ca și o calitate și precizie bună a desenelor setului de role pentru profilare.

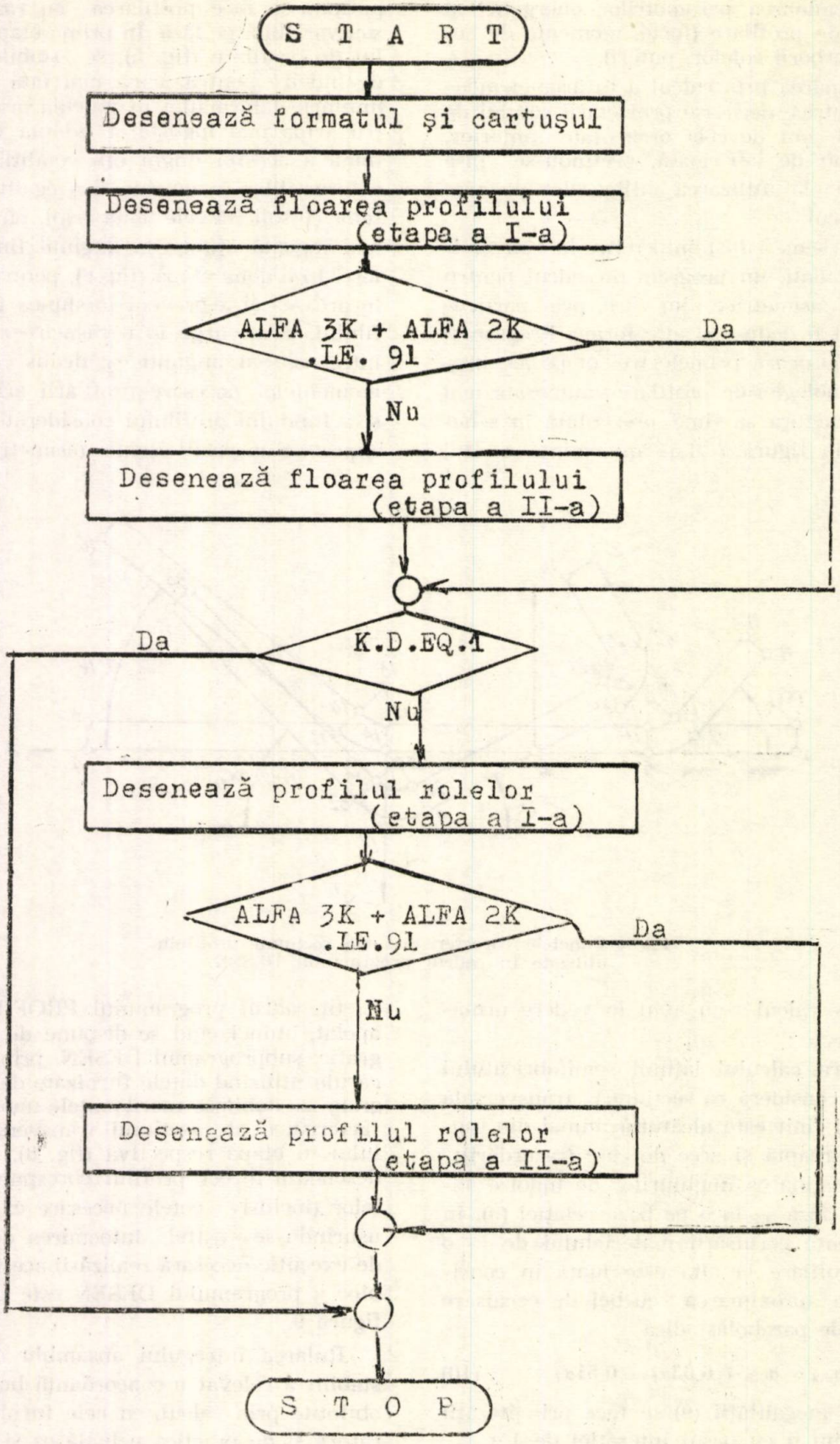


Fig. 9 Schema bloc a programului DESEN.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Trișevscki, I.S., ș.a.:* Proizvostvo gnutîh profilei. Moskva, Metallurgia, 1982.

[2] Trișevski, I.S., Doktorov, M.E.: Teoreticeskie osnovî protessa profilirovania. Moskva, Metallurgia, 1980.

[3] *Fokt, V., Belzo, O.:* Fabricarea profilurilor formate la rece din bandă. București, 1977.

[4] *Bogoiavlenski, K.N., Neubauer, A., Ris, V.V.:* Tehnologie der Fertigung von Leichtbauprofilen. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig, 1979.

[5] *Sceglov, V.M., ș.a.:* Vîbor rejimov profilirovania pri izgotovlenii neravnopolocinîh șvelerov, în Gnutîe profili prokata, Harkov, 1974.

[6] *Teodorescu, M., Zgură, Gh.:* Tehnologia presării la rece, E.D.P. București, 1980.

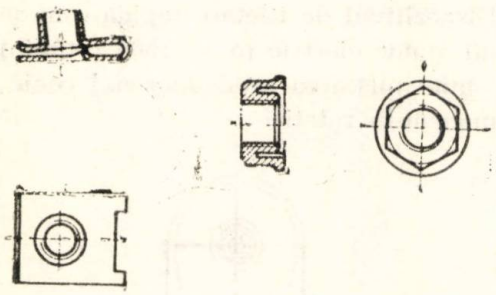
CZ : 621.985

Tehnologia de fabricație a piulițelor elastice și de tip „clips" pentru autoturismul OLTCIT

Ing Aurel **ROȘCA**, subing. Silviu **BEDRAGĂ** ing. Theodor **GRIGORIU** – I.C.T.C.M. București

În cadrul programului de integrare în țară a fabricației autoturismului OLTCIT, elementele de asamblare ocupă un loc important, în special, datorită numărului mare de bucăți pe unitatea de produs, ceea ce determină și impune caracterul de masă al fabricației.

În general aceste piulițe sînt de două feluri: piulițe clips și piulițe elastice (fig. 1).



a *b*

Fig. 1 Organe de asamblare pentru autoturismul OLTCIT
a — piulița clips ; b — piulița elastică.

I — Piulițele de tip clips sînt fabricate în patru tipodimensiuni (fig. 2).

Tehnologia de fabricație a acestor piulițe presupune următoarele operații :

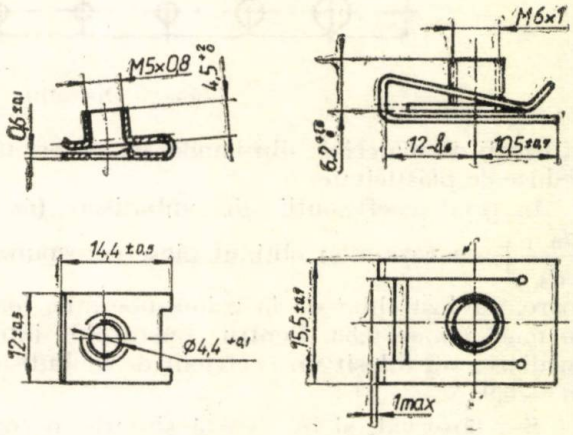
— ambutisare, perforare și tăiere margini ;
— îndoire, retezare ;
— filetare.

Piulițele de tip clips sînt executate dintr-un material cu conținut ridicat de carbon, fiind necesară, după prelucrare, efectuarea unui tratament termic.

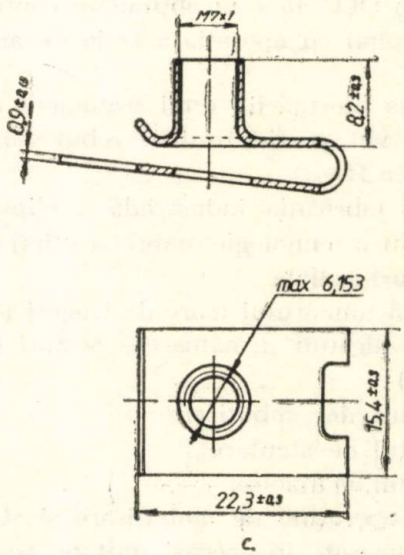
Utilizarea acestui material îngreunează prelucrarea prin ambutisare a părții filetate de aceea, pentru întocmirea tehnologiei, a fost necesară efectuarea a numeroase probe de laborator.

În acest scop au fost proiectate o serie de matrițe experimentale. Pentru dimensionarea elementelor active ale matrițelor s-au folosit relații din literatura de specialitate :

$$h = h_e \cdot (1 - 0{,}04\, a)$$



a *b*



c

Fig. 2 Piulițe clips.
a — piulița M 5 ; b — piulița M 6 x 1 ; c — piulița M 7 x 1.

$$d = d_e + 0{,}1\,a^2$$

unde :

h_e și d_e reprezintă înălțimea, respectiv diametrul părții ambutisate.

a = 1.2.3... numărul de ordin al operației de ambutisare.

Probele au fost executate cu benzi avînd grosimea de 0,6 și 0,8 mm din OLC 45 și W 1191.

Ca lubrifiant s-a utilizat molicoul.

In urma efectuării probelor, cum datele obținute din aplicarea formulei (1) nu au dat satisfacție, a rezultat necesitatea efectuării unor modificări în privința dimensiunilor (diametrul și înălțimea) de ambutisare, datorită utilizării de materiale din bandă, cu proprietăți reduse de plasticitate.

În final, coeficienții de ambutisare ($m = \frac{d_{n-1}}{d_n}$), cu care s-au obținut piese corespunzătoare, au fost chiar de la prima operație, foarte mari : $m_1 = 0{,}85$. Pentru operațiile intermediare, s-a folosit un coefcient de ambutisare $m = 0{,}9$.

S-a observat, și în această situație, o comportare diferită între cele două materiale : cu benzile din OLC 45 s-au obținut în continuare fisuri începînd cu operația a treia de ambutisare.

În urma efectuării unui tratament de recoacere în vid, coeficientul de rebut s-a diminuat la circa 15%.

Pentru fabricația industrială a clipsurilor, s-a întocmit o tehnologie avînd ca utilaj o presă cu posturi radiale.

Datorită numărului mare de trageri (8 operații) s-au alcătuit următoarele posturi de lucru (fig. 3) :

— postul de ambutisare ;
— postul de ștanțare ;
— postul de îndoire.

Inițial operațiile de ambutisare și ștanțare au fost comasate în aceeași unitate, rezultînd o ștanță combinată cu gabarit mare ce depășea dimensiunile postului de presare.

Ulterior postul de ștanțare s-a reproiectat într-o unitate separată, montat într-un post de îndoire.

Pentru aceasta a fost necesară proiectarea unui post special de presare (fig. 4).

Filetarea piuliților se face cu ajutorul unui dispozitiv special de filetare rapidă (concepție și execuție I.C.T.C.M. București) prezentat în figura 5. Acest dispozitiv se montează pe presă între posturile de ștanțare și cele de îndoire — decupare, permițînd filetarea direct pe semifabricatul bandă.

Răcirea și ungerea zonei de filetare se realizează cu un lubrificator cu ceață de ulei care lucrează, de asemenea în ciclul automat al presei.

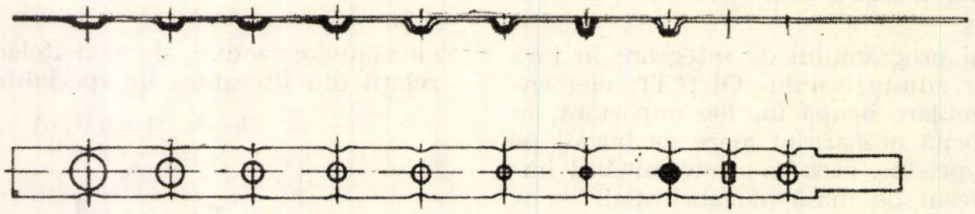


Fig. 3 Operațiile de ambutisare și ștanțare.

Dispozitivul de filetare rapidă este acționat de un motor electric (n = 1500 rot/min), care transmite mișcarea unui angrenaj conic aflat permanent în rotație.

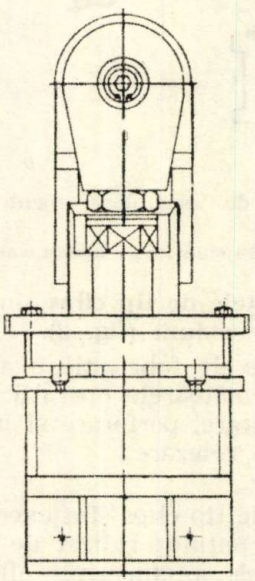


Fig. 4 Post special de presare.

Axul de cuplare este acționat pneumatic prin intermediul unui piston, iar cuplarea alternativă cu una din roțile dințate din angrenare realizează mișcarea de rotație a broșei de filetare în unul din sensuri.

Broșa face corp comun cu un calibru de filet, care asigură realizarea pasului filetului (pasul calibrului fiind egal cu pasul tarodului) și în același timp asigură avansul axial al sculei.

Comanda pneumatică a pistonului de cuplare este dată de sesizori de proximitate, acționați — la rîndul lor — de către un taler aflat în prelungirea axului de cuplare.

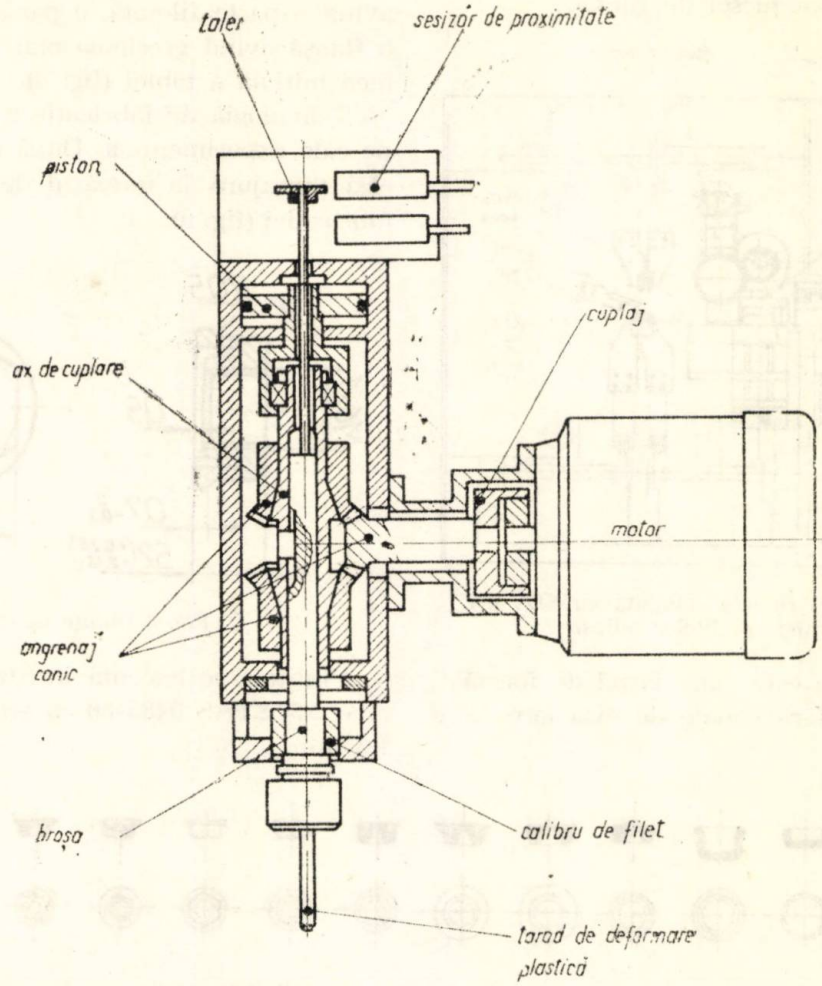


Fig. 5 Dispozitiv special de filetare.

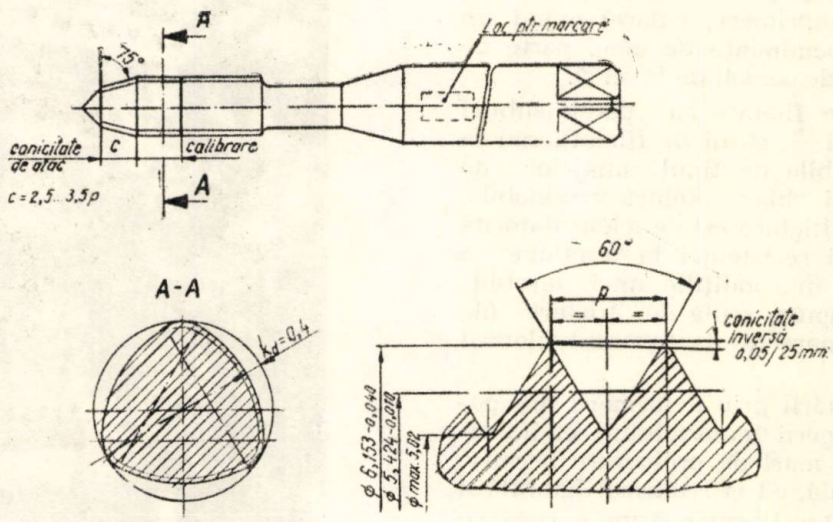


Fig. 6 Tarod.

Dispozitivul poate fi reglat pe cele 3 axe de coordonate, astfel încît axa tarodului să corespundă perfect cu axa piesei de filetat.

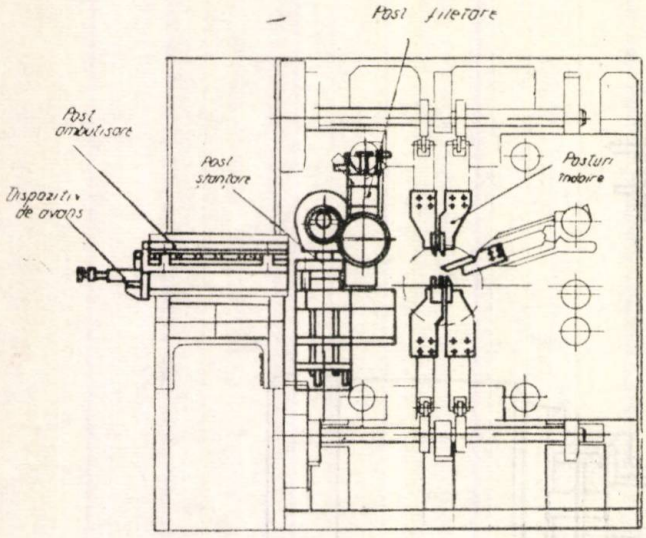


Fig. 7 Presa cu posturi radiale echipată cu SDV-uri necesare fabricației piuliților clips.

Scula de filetare este un tarod de formă specială și anume fără canale de evacuare a așchiilor.

Producția orară este de circa 2400 piulițe.

II. Piulițele elastice sînt de formă specială avînd o parte filetată, o parte de antrenare și o flanșă avînd grosimea mai mică decît grosimea inițială a tablei (fig. 8).

Tehnologia de fabricație a fost determinată pe cale experimentală. După numeroase încercări s-a ajuns la numărul de operații necesar fabricației (fig. 9).

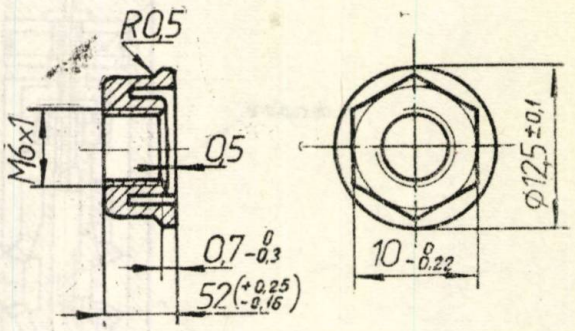


Fig. 8 Piulițe elastice.

Piulițele se execută din bandă laminată la rece A3, STAS 9485-80 cu grosimea de 1,25 ... 1,3 mm.

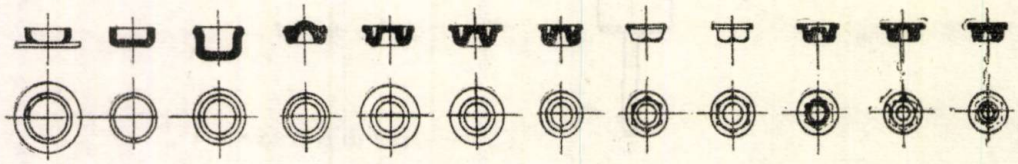


Fig. 9 Tehnologia de fabricație a piulițelor elastice.

Acest tarod prezentat în figura 6 lucrează prin deformare (imprimare, rulare) avînd un număr de trei proeminențe de atac, parte de calibrare și o zonă de conicitate inversă.

Pentru reperele filetate cu pereți subțiri (grosimea peretelui $\simeq$ pasul de filetat), sau la materiale deformabile de tipul aliajelor de aluminiu, cupru și chiar oțeluri inoxidabile, acest procedeu de filetare este eficient datorită în special creșterii rezistenței la tracțiune a îmbinării filetate, în condițiile unei durabilități foarte mari pentru scula de filetare (de circa 10 ori mai mare decît în cazul filetării prin așchiere).

Avantajele filetării prin deformare sînt posibile datorită curgerii materialului semifabricatului la vitezele mari de prelucrare permise de acest tip de sculă, cît și realizării fiabilității îmbinării printr-un fibraj continuu, ceea ce nu se obține prin filetare cu tarozi de așchiere.

În figura 7 este prezentată presa cu posturi radiale, echipată cu SDV-urile necesare realizării piulițelor clips.

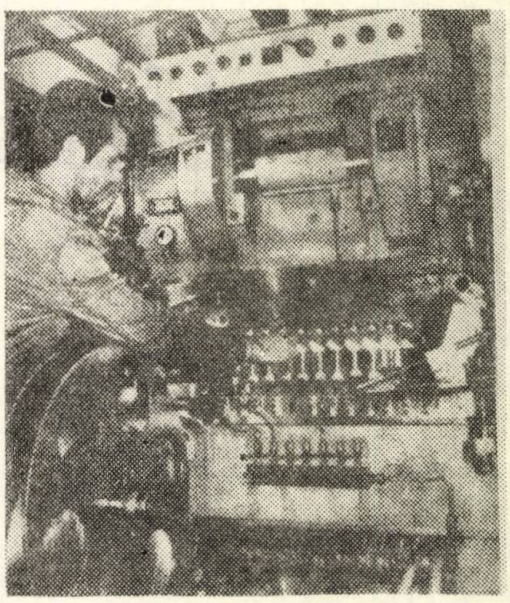


Fig. 10 Presa cu transfer pe care se execută piulițele elastice la Intreprinderea Mecanică Mediaș.

Pentru fabricația de serie, s-a proiectat un set de matrițe pentru echiparea unei prese cu transfer de 360 kN cu 13 posturi de lucru.

Presa este echipată cu dispozitiv de avans automat al benzii, iar transferul de la un post la altul aflat în diferite faze de prelucrare este efectuat cu ajutorul a două rigle prevăzute cu un sistem de prindere a piesei. Deplasarea axială a riglelor (transferul) este asigurată de către un mecanism înglobat în presă, iar mișcarea transversală a riglelor (deschiderea) se face la cursa de coborîre a berbecului, prin intermediul unor pene cu un anumit profil.

Pe această presă se execută toate operațiile necesare execuției a două dimensiuni de piulițe, afară de operația de filetare, care în acest caz se face cu ajutorul unei mașini speciale de filetat. Filetarea se realizează prin rulare.

Producția orară a presei este de circa 3500 piese.

Fabricația industrială a piulițelor elastice și clips, pe baza tehnologiei proiectate de I.C.T.C.M., a permis Intreprinderii Mecanice Mediaș, pe lîngă scurtarea ciclului de pregătire a fabricației, omologarea acestor produse și livrarea lor ritmică beneficiarului (fig. 10).

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x: OEHLER/KAISER — Schnitt — Stanz und ziehwerkzeuge. Ed. tehnică 1962.

[2] *Romanovski, V.P.*: Ștanțare și matrițarea la rece Ed. Tehnică, 1970.

[3] *Teodorescu, M.*: Elemente de proiectare a ștanțelor și matrițelor. Ed. Didactică și Pedagogică, 1983.

CZ : 621.983.32

Îmbunătățirea indicilor calitativi la prelucrarea aluminiului prin deformare hidrostatică la rece

Conf. dr. ing. Mihai **TEODORESCU**, șef lucr. ing. Ovidiu **CIOCAN**, șef lucr. ing. Dumitru **NICOARĂ**, fiz. Constantin **GHEORGHIEȘ** — Universitatea Galați

În tehnologiile de prelucrare prin presare volumică la rece, extrudarea se remarcă prin contribuția sa atît la creșterea indicatorilor de eficiență, în raport cu celelalte procedee de prelucrare, cît și prin asigurarea unor indici calitativi și dimensionali deosebit de ridicați.

Față de extrudarea convențională, extrudarea hidrostatică se dovedește a fi unul din procedeele ce lărgesc limitele prelucrărilor de acest gen. Astfel, în cazul extrudării directe, gradul de deformare ajunge la valori mult mai mari, putîndu-se prelucra prin această metodă și materiale greu extrudabile cum ar fi oțelurile cu conținut de carbon ce depășește 0,45%, oțelurile inoxidabile ș.a.

Considerații teoretice

Sînt cunoscute avantajele comportării vîscoase a materialelor metalice supuse deformării plastice. Astfel, în cazul unui material ideal vîscos [1],

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 \qquad (1)$$

Folosind relațiile ce exprimă legea generalizată a lui Hook, în care $\varepsilon_i \simeq \ldots \simeq 0$, se obțin relațiile între tensiuni și deformații sub forma :

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{\varepsilon}[\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)] \qquad (2)$$

Rezultă :

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \frac{\mu}{1-\mu}\sigma_1 \qquad (3)$$

Relațiile (1) și (3) pot fi echivalente, cu condiția ca $\mu = 0{,}5$ (caracteristic stadiului ideal vîscos).

Pornind de la condiția energetică a plasticității rezultă că :

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_1 - \sigma_c \qquad (4)$$

Dacă se exprimă σ_1, funcție de σ_c, sub forma $\sigma_1 = n\sigma_c$, relația (3) devine :

$$\sigma_2 = \sigma_3 = (n-1)\sigma_c \qquad (5)$$

Din (3) și (5) rezultă :

$$\mu = \frac{n-1}{2n-1} \qquad (6)$$

Variația coeficientului lui Poisson $\mu = f(n)$ reprezentată în figura 1, demonstrează că, în prezența unei presiuni hidrostatice suficient

de mari ($\sigma_1 \simeq 6\sigma_c$), materialele metalice capătă proprietăți preponderent vîscoase. În absența acestui presiuni, respectivele materiale supuse deformării la rece se comportă în general plastic. Datorită însă prezenței dislocațiilor, ele prezintă și urme de curgeri vîscoasă.

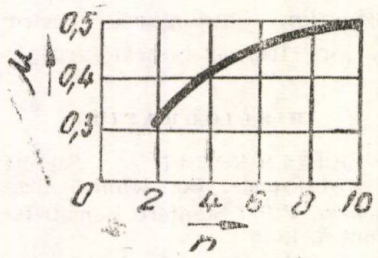


Fig. 1 Varianta coficientului lui Poisson $\mu = f(n)$.

În cazul aplicării metodei de extrudare hidrostatică directă, folosind o schemă ca aceea din figura 2, starea tensionat deformată din

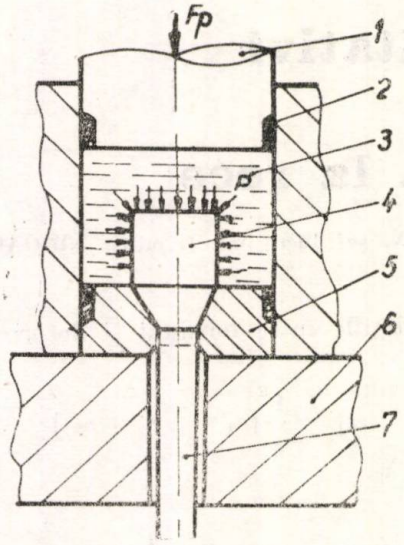


Fig. 2 Schema extrudării hidrostatice directe.
1 — piston ; 2 — garnitură ; 3 — fluid de lucru ; 4 — semifabricat ; 5 — placa activă ; 6 — suport matriță ; 7 — semifabricat extrudat.

zona focarului este de compresiune triaxială, presiunea din lichid opunîndu-se efortului de întindere biaxial. Fenomenul are ca efect favorabil închiderea microfisurilor ce preced apariția ruperii.

La extrudarea hidrostatică, buna desfășurare a procesului depinde de o serie de factori cum sînt : gradul de deformare $m = \frac{D^2}{d^2}$, geometria zonei active a matriței, parametrii regimului de lucru (presiunea și viteza de extrudare), calitatea materialului ce se prelucrează etc.

Presiunea de extrudare se calculează utilizînd relația :

$$p = \left[4f\left(\frac{1}{d} + \frac{L}{D}\right) + \left(\frac{2}{1+\cos\alpha} + \frac{f}{\sin\alpha}\right) \right] \ln m \tag{7}$$

unde f este coeficientul de frecare al materialului ce se extrudează, în raport cu materialul matriței în zona activă, ceilalți termeni ai relației reprezentînd parametrii geometrici ai zonei active a matriței.

Dacă se extrudează hidrostatic piese din semifabricate circulare mai pot fi utilizate pentru calculul presiunii relațiile :

$$p = (57{,}8\ HV_{30} + 622) \ln m$$

sau : (8)

$$p = (42{,}4\ HV_5 + 1442) \ln m$$

Condiții experimentale

Încercările ce s-au efectuat au avut la bază următoarele :

— materialul semifabricatului : Al 99 ;

— dimensiunea și forma semifabricatului : cilindric cu cap tronconic $\varnothing 10 \times 36$ mm ;

— agentul hidrostatic : ulei mineral +10% grafit ;

— raportul de extrudare (m) : 4 ; 6,25;

— unghiul conului matriței : 60^0 ; 90^0.

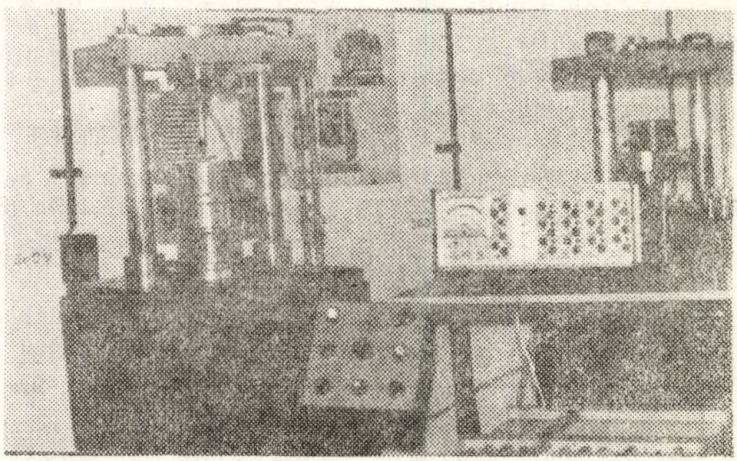


Fig. 3 Echipamentul tehnologic folosit

Echipamentul tehnologic folosit cuprinde matrița de extrudare (de concepție proprie), montată pe o presă hidraulică PH 20. Măsurarea și înregistrarea rezultatelor referitoare la parametrii de lucru a fost făcută cu un dinamometru cu traductoare rezistive, un înregistrator X—Y, tip ORION—NE 200 și un tensometru electronic N 2302, (fig. 3). Studiul rețelei pieselor extrudate a fost făcut cu un difractometru tip DRON-3.

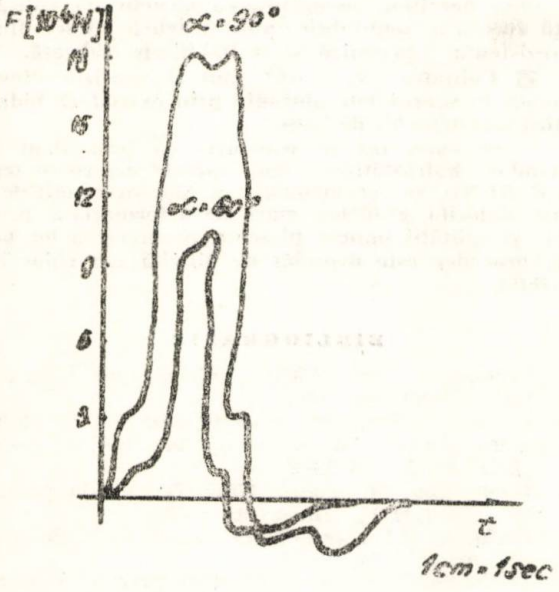


Fig. 4 Diagramele forță-cursă.

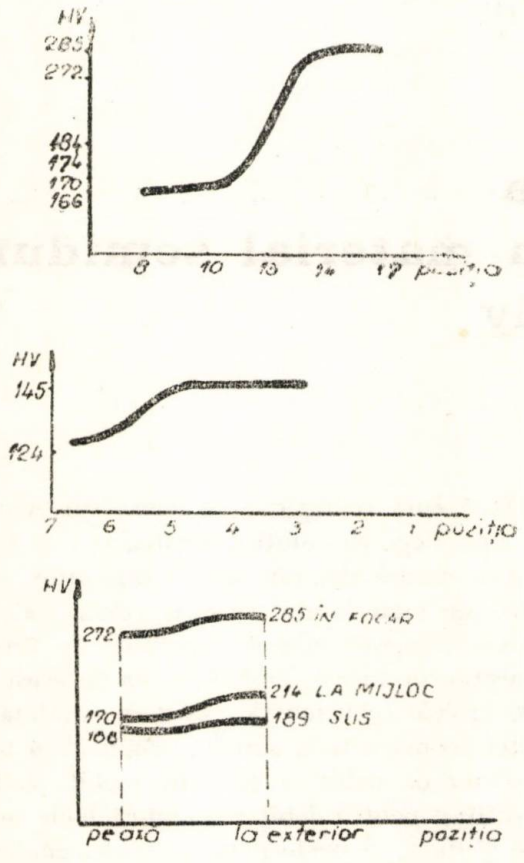


Fig. 5 Curbele de variație a durității în secțiune.

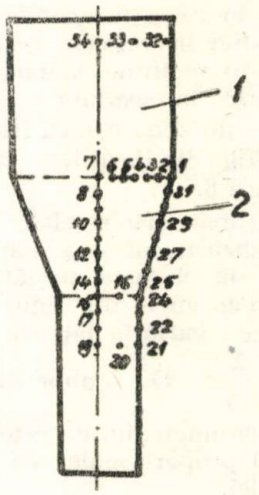


Fig. 6 Punctele de măsurare a durității în secțiune.

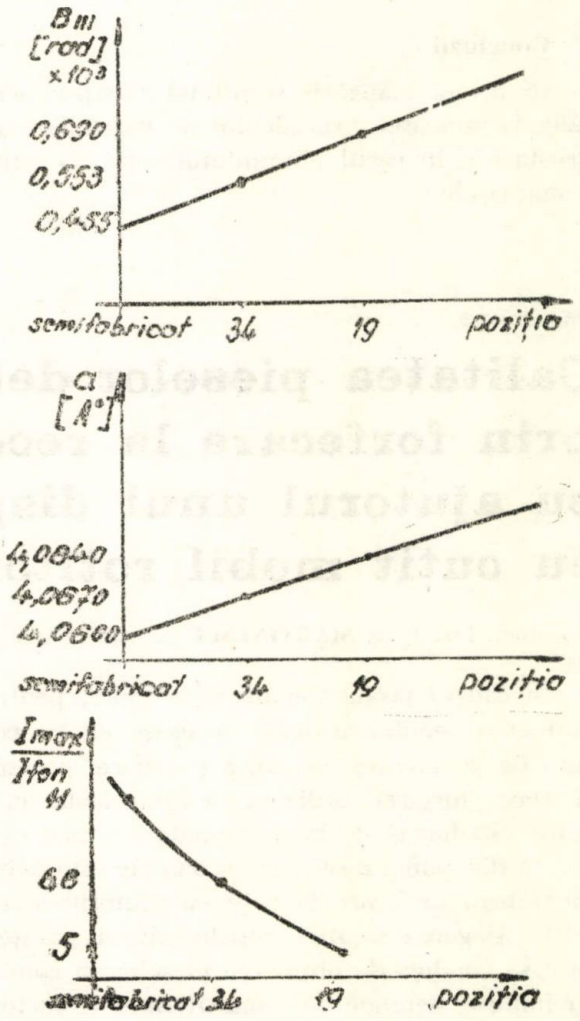


Fig. 7 Variația lățimii de difracție, a parametrului de rețea și a inversului.

Rezultate experimentale

Au fost trasate diagramele forță-cursă (fig. 4), pentru piese utilizînd raportul de extrudare $m = 4$. S-au efectuat măsurări de microduritate în zona focarului deformației și în zonele imediat învecinate, rezultînd curbele de variație : în secțiune radială, în zona de intrare în focar, în secțiune radială, pentru diferite nivele din zona conică (focar) și în secțiune axială (fig. 5). Pozițiile punctelor sînt arătate în figura 6.

În urma analizării rețelelor piesei extrudate, a semifabricatului și a materialului din zona de focar, la piesa pe jumătate extrudată, s-au trasat diagramele din figura 7, ce reprezintă în ordine : variația lățimii liniei de difracție $B_{111} \sim \frac{1}{D}$; D — dimensiunea blocului de mozaic, a parametrului de rețea a și a mărimii ($I_{max}/I_{f\,on}$) proporțională cu inversul densității dislocației.

S-au făcut măsurări de rugozitate de-a lungul generatoarei piesei extrudate.

Concluzii

În urma analizării rezultatelor experimentale, la aplicarea procedeului de extrudare hidrostatică, în cazul aluminiului tehnic rezultă următoarele :

■ Valorile presiunii de lucru determinate experimental sînt cu circa (17—22)% mai mici decît cele reieșite prin calcul, utilizînd relații de tipul (7), (8), fapt datorat formării în timpul procesului a unei pelicule lubrifiante între suprafața piesei și a orificiului matriței. Această peliculă micșorează simțitor componenta presiunii rezultată din forța de frecare. Forța de presare se reduce deci și energia consumată este diminuată.

■ Creșterea semnificativă a durității, mai ales în zona pereților, omogenitatea structurală ridicată, față de cea a semifabricatului, asigură piesei finite o rezistență mecanică și o fiabilitate ridicată.

■ Calitatea (R_a = 0,04 μm) și precizia dimensională la suprafețele obținute prin extrudare hidrostatică sînt deosebit de bune.

Se apreciază în concluzie, că procedeul de extrudare hidrostatică a unor metale neferoase (cum ar fi Al 99), se recomandă, mai ales în condițiile în care, datorită gradelor mari de deformare, a preciziei și calității impuse pieselor, prelucrarea lor prin alte procedee este deosebit de dificilă sau chiar imposibilă.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Drăgan, I.* : Tehnologia deformărilor plastice, E.D.P., București, 1976.

[2] *Bădoi, I.* : Procedee neconvenționale de deformare plastică cu ajutorul tensiunilor înalte. IDEE, nr. 38—48, 1982.

[3] *Teodorescu, M., Zgură, Gh.* : Tehnologia presării la rece, E.D.P., București, 1980.

[4] *Packhan, C.L.* : In : Shect loial heal 55 nr. 1, 1978, p. 12 ... 14, 22.

[5] *Teodorescu, M. ș.a.* : Cercetări privind extrudarea hidrostatică la rece a aluminiului. A X-a Sesiune anuală a institutului central de fizică „Progrese în fizică" Galați 9—11. 10 1986, p. 812—813.

CZ : 621.983.32

Calitatea pieselor debitate prin forfecare la rece, din material semidur, cu ajutorul unui dispozitiv cu cuțit mobil rotitor

Șef lucr. ing. Ionel **MARTINESCU** — Universitatea din Brașov

În cadrul producției de serie mare, pentru obținerea semifabricatelor necesare altor operații de prelucrare mecanică (așchiere, presare la rece, forjare) utilizînd semifabricate primare sub formă de bară, metoda cea mai eficientă din punct de vedere economic este debitarea prin forfecare la race cu ajutorul ștanțelor. Alegerea soluției, constructive a ștanței, care să conducă la obținerea pieselor în condiții impuse, depinde de o multitudine de factori (fig. 1) [2] și presupune experiență și discernămînt din partea proiectantului.

După cum reiese din schema prezentată mai sus, alegerea soluției constructive a ștanței de debitare depinde de proprietățile mecanice ale materialului care, la rîndul lor, determină comportamentul acestuia în timpul procesului de tăiere. Ținînd seama de acest aspect, în cele ce urmează, este prezentată o soluție constructivă, simplă, originală, a unui dispozitiv de debitare cu cuțit mobil rotitor [1], utilizat pentru debitarea materialelor semidure și dure, și performanțele sale, analizate prin prisma calității pieselor prelucrate.

Dispozitivul cu cuțit mobil rotitor realizează debitarea prin forfecare semiînchisă, sau chiar semideschisă [2, 3], între două bucșe tăietoare, una fixă și alta mobilă, bucșa mobilă avînd o mișcare de rotație în raport cu cea fixă. El se compune dintr-un corp fix **1** (fig. 2), fixat pe masa unei prese mecanice, în care se află bucșa tăietoare fixă **2**, și dintr-un corp mobil **3**, în care se găsește bucșa tăietoare mobilă **4**. Corpul mobil **3**, acționat prin intermediul cercelului **5** de către cepul de prindere **6**, se poate roti, coaxial cu corpul fix **1**, în jurul centrului.

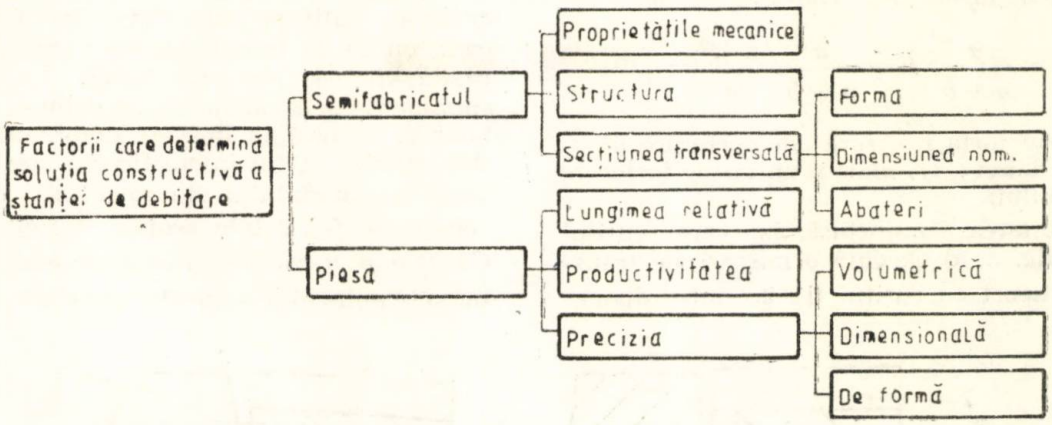


Fig. 1 Clasificarea factorilor ce determină soluția constructivă a ștanței de debitare.

mai întîi cu extremitatea din stînga asupra capătului de debitat, conducînd prin aceasta la tensionarea suplimentară a materialului din zona de tăiere printr-un efect de încovoiere, și, apoi, foarfecă materialul în raport cu bucșa tăietoare fixă **4**. Piesa debitată este eliminată din ștanță odată cu avansarea barei cu o nouă lungime de debitare, după revenirea în poziție inițială a corpului mobil **3**.

Reglarea poziției bucșei tăietoare fixe **2**, în raport cu cea mobilă **4**, și, prin aceasta, reglarea jocului de tăiere *j*, se realizează prin intermediul piuliței **8** și al șurubului de blocare **9**.

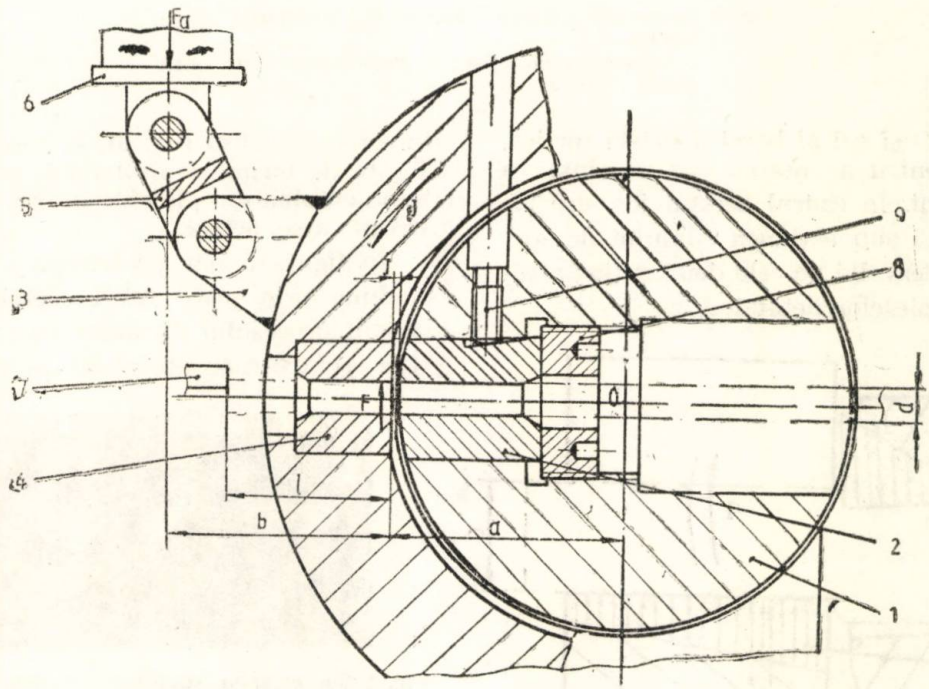


Fig. 2 Secțiune longitudinală prin dispozitivul de debitare cu cuțit mobil rotitor.

După avansarea barei pînă la un opritor basculant **7**, bucșa tăietoare mobilă **4** apasă, Totodată acestea servesc și pentru așezarea bucșei tăietoare într-o poziție nouă, neuzată,

conferind părților active o durabilitate ridicată între două reascuțiri.

Avînd în vedere faptul că forța de acționare se aplică la distanța b în raport cu planul de forfecare, situat la rîndul său la o distanță a față de centrul de rotație 0, se obține o reducere a forței de acționare F_a, conform relației :

$$F_a \approx \frac{a}{a+b} \cdot F = \frac{a}{a+b} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \tau_f,$$

unde F este forța necesară de forfecare (d — diametrul barei ; τ_f - efortul unitar de forfecare a materialului).

La debitarea semiînchisă, la care cuțitul mobil **1** (fig. 3, a) execută o mișcare de translație, în raport cu cuțitul fix **2**, între diametrul cuțitelor D și cel al barei d există un joc, $j_r = D - d$, pentru avansarea cu ușurință a semifabricatului. În cadrul acestui joc, are loc înclinarea barei sub acțiunea cuplului de forțe F, care se dezvoltă pe cele două cuțite, afectînd calitatea pieselor debitate.

În cazul debitării cu cuțit mobil rotitor (fig. 3, b), cuțitul mobil **1** apasă, mai întîi, asupra extremității capătului de debitat realizînd înclinarea suplimentară a acestuia înaintea forfecării propriu-zise anulînd complet jocul radial dintre cuțit și semifabricat. Prin aceasta se realizează o nouă distribuție a presiunii exercitate de cuțit pe suprafața semifabricatului contribuind la îmbunătățirea calității pieselor prelucrate. De remarcat faptul că înclinarea suplimentară a capătului de debitat, care trebuie să se facă în limitele deformațiilor elastice, conduce și la intensificarea stării de tensiune a materialului din zona de tăiere, cu consecințe favorabile asupra forței de tăiere. Ca urmare a considerentelor de mai sus, debitarea semiînchisă se poate transforma în debitare semideschisă (fig. 4), la care cuțitul mobil **1** este de formă semitubulară, asigurînd o mai bună eliminare a piesei debitate, prin cădere în sensul cursei active.

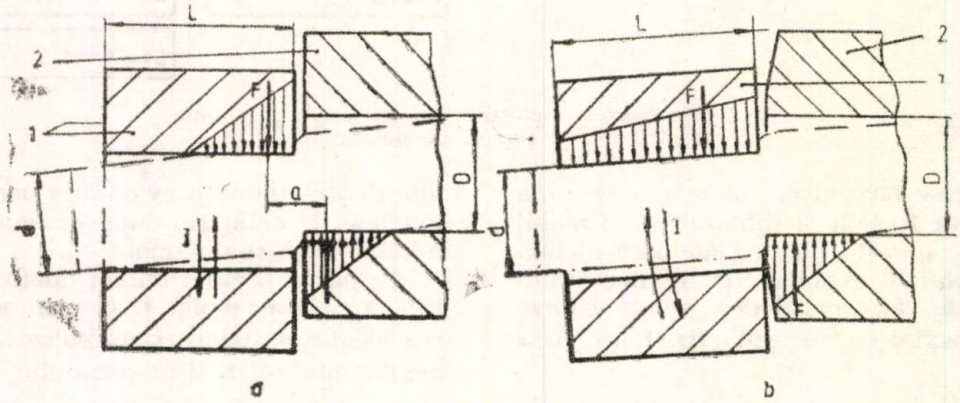


Fig. 3 Structura părților active la debitarea prin forfecare :
a — semiînchisă ; b — semiînchisă cu cuțit mobil rotitor.

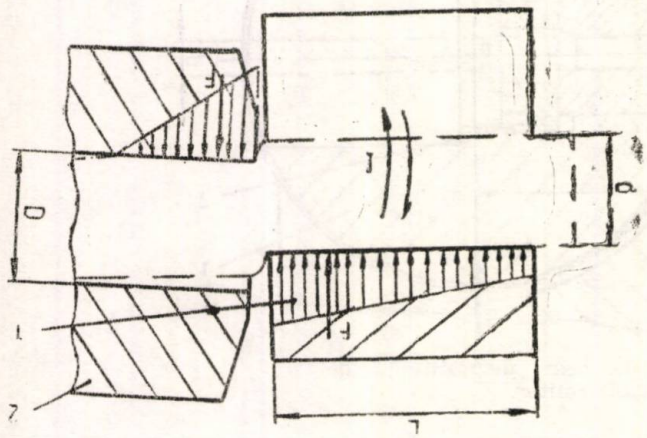


Fig. 4 Structura părților active la debitarea semideschisă cu cuțit mobil rotitor.

În figura 5 este prezentată o succesiune a stadiilor prin care trece semifabricatul, în timpul procesului de tăiere cu cuțit mobil rotitor, pentru care s-a folosit un material moale, nespecific acestei metode de debitare, material la care deformațiile cauzate de înclinarea suplimentară a cuțitului sînt remanente.

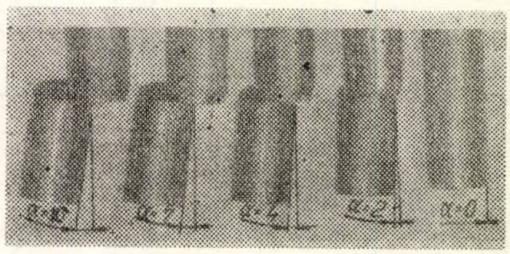


Fig. 5 Succesiunea stadiilor debitării cu cuțit mobil rotitor a unui semifabricat din material moale.

Piesele obținute prin debitare cu cuțit mobil rotitor sînt prezentate în figura 6, în funcție de lungimea relativă l/d, utilizînd un semifabricat sub formă de bară cu diametrul de $12^{-0,03}_{-0,04}$.

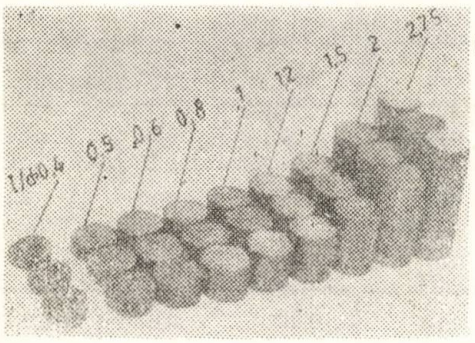


Fig. 6 Piese debitate prin forfecare la rece cu cuțit mobil rotitor.

Se poate constata faptul că aceste piese prezintă o calitate bună pînă la lungimi relativ destul de mici.

Analiza calității pieselor obținute s-a făcut prin prisma preciziei dimensionale și de formă, exprimate cu ajutorul unor parametri caracteristici absoluți sau relativi, care au următoarele semnificații (fig. 7) :

identice. De asemenea, nici deformațiile adiacente acestor suprafețe nu sînt identice. Astfel, pe ambele capete se constată o zonă deformată I (fig. 7), inerentă oricărui proces de tăiere, o zonă lucioasă uniformă **II**, avînd o mică adîncime, și o zonă rugoasă **III**, fără rupturi sau suprapuneri de material, care cuprinde restul secțiunii. În plus, pe capătul de sprijin al bareisemifabricat, mai apare o zonă deformată **IV**. Această zonă lipsește în partea de pătrundere a cuțitului mobil.

În tabelul 1 este prezentată media parametrilor absoluți și relativi ce determină precizia dimensională și de formă a pieselor prelucrate, în funcție de lungimea relativă l/d.

Din analiza variației parametrilor absoluți (fig. 8, a) reiese faptul că aceștia au o creștere relativ scăzută pînă la lungimi relative $l/d \geqslant 1$. În domeniul $0,4 < l/d < 1$ deformațiile sînt mari. Pierderea completă a stabilității piesei, urmată de o ovalizare evidentă, se realizează la $l/d \approx 0,4$.

Cercetările experimentale arată că ovalizarea piesei începe să se producă atunci cînd $l/d \leqslant 1$. Acest lucru confirmă rezultatele determinate prin calcul. Astfel, ovalizarea se produce cînd :

$$d \cdot l \cdot \sigma_c < S \cdot \tau_f \qquad (2)$$

unde σ_c și τ_f reprezintă efortul unitar de

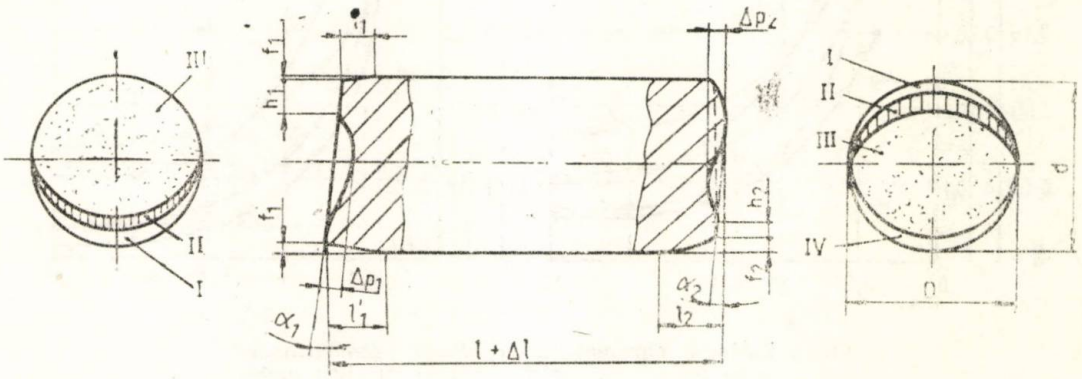


Fig. 7 Desenul schematizat al piesei debitate cu cuțit mobil rotitor.

— α_1, α_2 unghiurile de înclinare a suprafețelor obținute prin debitare în raport cu axa piesei ;

— Δp_1, Δp_2 — ovalizarea secțiunii transversale a piesei ;

— $p_0 = \dfrac{\max[\Delta p_1, \Delta p_2]}{d}$ — deplasarea relativă a suprafețelor obținute prin forfecare ;

— $S_0 = \dfrac{D - d}{d}$ — ovalizarea relativă a secțiunii transversale ;

— $\eta_0 = \dfrac{\Delta V}{V}$ abaterea volumetrică relativă a piesei (V = volumul ideal ; ΔV — abaterea la volum).

Din cauza stării de tensiune și deformare ce se dezvoltă diferit în zona de tăiere, pe capătul de debitat și pe capătul barei-semifabricat, cele două suprafețe obținute prin forfecare nu sînt

curgere și, respectiv, cel de forfecare și S — secțiunea reală în momentul forfecării.

Secțiunea reală în momentul forfecării are forma unei elipse cu suprafața

$$S \approx \frac{\pi}{4}(d - h_2) \cdot d, \qquad (3)$$

în care h_2 reprezintă adîncimea de pătrundere în material a cuțitului în faza a II-a a procesului de forfecare.

Din relațiile (2) și (3), se obține lungimea relativă la care începe pierderea stabilității piesei, conform relației :

$$l/d < \frac{\pi(d - h_2)}{4d} \cdot \frac{\tau_f}{\sigma_c} = \frac{\pi(d - h_2)}{4d} \cdot \frac{0,8\sigma_r}{\sigma_c} \qquad (4)$$

Valorile parametrilor absoluți și relativi ai pieselor debitate cu cuțit mobil rotitor

Tabelul 1

l/d	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5
α_1 [grad]	7,5	5,5	4,5	3,3	2,5	1,5	1,0	1,0
α_2 [grad]	3,0	2,7	2,2	1,7	1,3	0,6	0,5	0,5
Δp_1 [mm]	0,50	0,44	0,33	0,32	0,27	0,21	0,18	0,17
Δp_2 [mm]	0,45	0,35	0,33	0,25	0,20	0,15	0,12	0,12
D-d [mm]	0,35	0,20	0,15	0,10	0,07	0,04	0,03	0,03
P_0	0,040	0,036	0,031	0,026	0,022	0,017	0,015	0,014
S_0	0,029	0,016	0,012	0,008	0,005	0,003	0,002	0,002
η_0	0,202	0,140	0,100	0,065	0,040	0,018	0,012	0,01

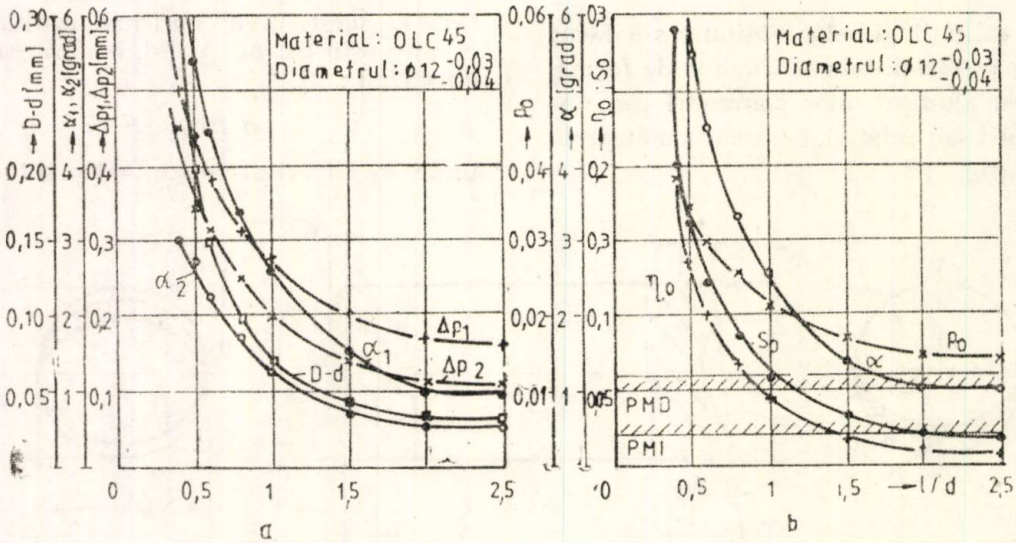


Fig. 8 Variația parametrilor preciziei dimensionale și de formă a pieselor debitate cu cuțit mobil rotitor :
a — parametrilor absoluți ; b — parametrilor relativi.

Valorile parametrilor relativi limită ai semifabricatelor utilizate la diferite operații de prelucrare mecanică prin presare

Tabelul 2

Parametrii caracteristici	Valoarea maximă a parametrilor caracteristici			
	la rece pentru presare		pentru presare la cald	
	Extrudare, refulare	Presare în matriță închisă		Presare în matriță deschisă
α [grad]	1	3	5	7
P_0	0	0,01	0,05	0,12
S_0	0,02	0,03	0,08	0,015
η_0	0,02	0,02	0,02	0,05

Înlocuind în relația (4) valorile d=12 mm, h_2 = 1,1, σ_r/σ_c =1,7, valori corespunzătoare materialului OLC 45 care face obiectul prezentului studiu, se obține $(l/d)_{min}<1$.

Comparînd valorile parametrilor relativi (fig. 8, b) ce caracterizează precizia pieselor debitate prin forfecare la rece cu dispozitiv avînd cuțit mobil rotitor, cu valorile parametrilor relativi limită (tab. 2) [2], admiși pentru diferite operații de prelucrare mecanică prin presare se poate deduce că pînă la $l/d \geq 1,5$

piesele se pot prelucra în matriță închisă (P.M.I), iar pînă la $l/d \geqslant 0{,}8$, în matriță deschisă (P.M.D.).

În încheierea celor prezentate mai sus, se poate afirma că debitarea prin forfecare la rece cu dispozitiv cu cuțit mobil rotitor permite obținerea pieselor cu precizie dimensională și de formă, ridicată, pentru lungimi relativ $l/d \geqslant 1{,}5$, necesitînd pentru acționare prese cu gabrit mai mic decît dispozitivele obișnuite.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Martinescu, I.*: Dispozitiv pentru debitarea barelor cu cuțit mobil rotitor. Brevet Nr. 88146, R.S.R.

[2] *Solovțov, C.C.*: Otrezka ot sortovovo prokata tociniîh zagotovok dlia obiemnoi ștampovki, Kuznecino-ștampovocinoe proizvodstvo. Nr. 8, 1972.

[3] *Solovțov, C.C.*: Soverșenstrovanie rezki prutkov na zagotovok, Kuznecino-ștampovocinoe proizvoadstvo, Nr. 9, 1980.

CZ : 621.983.32

Cercetări privind îmbunătățirea calității suprafețelor cilindrice exterioare la prelucrarea prin deformare plastică superficială

Șef lucr. ing. Ovidiu **CIOCAN**, conf. dr. ing. Mihai **TEODORESCU**, șef lucr. ing. Dumitru **NICOARĂ**, șef. lucr. ing. Constantin **ANDRONIC** — Universitatea Galați
Ing. Gheorghe **BOȘILCĂ** — I.M.H. Galați

Dintre metodele ce se fac remarcate în domeniul tehnologiilor de deformare plastică la rece, rularea, ca procedeu de finisare a suprafețelor metalice, oferă multiple avantaje atît în privința creșterii indicilor calitativi, cît și a productivității pentru piesele ce se prelucrează. Astfel, este cunoscut faptul că, la piesele prelucrate prin rulare, anumite proprietăți mecanice (rezistența la rupere, duritatea, rezistența la oboseală) sînt superioare în comparație cu cele la care s-au aplicat alte metode de finasare.

Deoarece această operație, ca oricare altă operație de deformare plastică la rece, este însoțită și de ecruisare, se obține o durificare a stratului superficial, ceea ce face ca în nenumărate cazuri să se renunțe la tratamentele termice de suprafață, piesa căpătînd o foarte bună rezistență la uzură.

De asemenea, aplicarea rulării în tehnologiile de finisare a suprafețelor metalice oferă remarcabile avantaje și pe linia simplificării echipamentului tehnologic, nefiind necesare SDV-uri scumpe și complexe, utilaje specifice etc.

În cele ce urmează, vor fi prezentate cîteva dintre rezultatele obținute la rularea suprafețelor cilindrice exterioare, în condițiile utilizării unui echipament de concepție proprie.

Aspecte teoretice

Anumiți indici calitativi ai suprafețelor finisate prin rulare ca rugozitatea, duritatea, tensiunile interne, luciul etc., depind de o serie de factori cum ar fi natura materialului ce se prelucrează, regimul de lucru, geometria rolelor, forța de apăsare mediul de lucru etc.

La netezirea cu role prin rostogolire, rugozitatea suprafețelor pe direcția axială poate fi determinată [1] cu relația :

$$R = \frac{S^2}{8r} \text{ [mm]} \qquad (1)$$

Variația rugozității, funcție de avans cu role avînd raze diferite de atac, prezentată în figura 1 b, precum și faptul că la limită relația (1) devine :

$$R = \lim_{r \to \infty} \frac{S^2}{8r},$$

demonstrează că o rugozitate mai bună se obține cu cît razele de atac ale rolelor sînt mai mari. Se utilizează, astfel, cu bune rezultate,

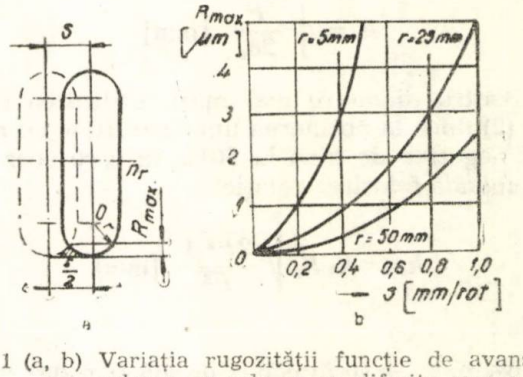


Fig. 1 (a, b) Variația rugozității funcție de avans la rularea cu role ce au diferite raze a zonei de atac.

role care au generatoarea suprafeței active, dreaptă și paralelă cu direcția de avans, în care caz rugozitatea suprafeței netezite variază funcție de raportul **S/b** (**b** — lățimea porțiunii drepte, fig. 2).

Un alt factor, de asemenea important, ce influențează rugozitatea, este legat de diame-

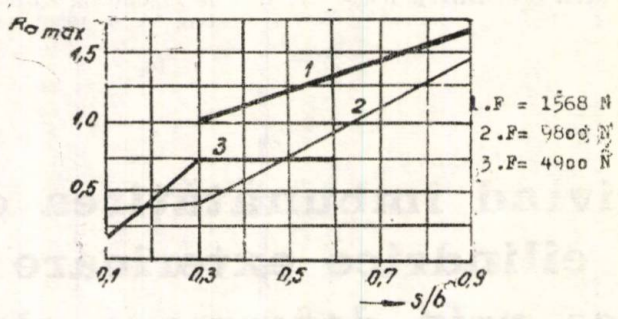


Fig. 2 Variația rugozității funcție de raportul s/b.

trul piesei ce se prelucrează (fig. 3), sau de poziția rolei (mărimea unghiului α de înclinare a axei sale față de axa de rotație a piesei în plan diametral).

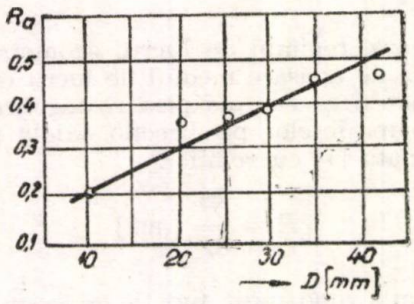


Fig. 3 Variația rugozității funcție de diametrul piesei.

Deși forța de apăsare este unul din parametrii ce influențează, într-o măsură mai redusă, rugozitatea după rulare, ea are un rol important în ceea ce privește adîncimea și duritatea stratului ecruisat.

De regulă, mărimea stratului ecruisat se determină [1], în cazul rulării arborilor cu $D_{ext} < 50$ mm, cu relația :

$$h_c = \sqrt{\frac{F}{2\sigma_c}} \text{ [mm]} \qquad (2)$$

Pentru diametre mai mari, utilizarea relației (2) duce la obținerea unor rezultate cu abateri negative de pînă la 50%, în care caz se recomandă folosirea relației :

$$h_c = K_1 K_2 \sqrt[3]{\frac{2F^2A}{E^2}} \text{ [mm]} \qquad (3)$$

unde :

K_1, K_2 — coeficienți ce depind de natura materialului ce se prelucrează respectiv geometria rolei.

$A = \frac{1}{2r}$ unde r — raza rolei [mm] ;

F — forța de apăsare [N].

Valoarea forței de apăsare nu se poate determina analitic, doar aproximativ, datorită diversității factorilor ce o influențează.

Spre exemplu relația :

$$F_{0,05} = 12{,}5\sigma_c \frac{D^2}{100} \text{ [N]}, \qquad (4)$$

Este limitată în raport cu natura materialului și dimensiunile piesei. Depășirea de 3 ori a forței $F_{0,05}$ (forță care să asigure ecruisarea unui strat de 0,05 din raza piesei) duce la micșorarea stărilor de tensiuni remanente. De asemenea, demonstrează că mărimea forței variază pentru un același material, funcție de diametrul piesei, în limite destul de largi.

La rularea cu role ce au zona de atac dreaptă, mărimea forței de apăsare se poate determina folosind relația

$$F = \frac{D \cdot b \cdot p_r^2}{0{,}126E\left(\frac{D}{d} + 1\right)} \text{ [N]} \qquad (5)$$

unde :

p_r este presiunea de rulare $p_r = (1{,}8 \div 2{,}1)\sigma_c$;
b — lățimea rolei în contact cu piesa ;
d — diametrul rolei ;
D — diametrul piesei.

Mărimea forței dată de relația (5) nu este legată de geometria rolei și nici de parametrii regimului de lucru, ea avînd însă valori destul de ridicate. Pentru rularea suprafețelor cilindrice exterioare, lățimea zonei drepte b poate varia între $(2 \div 16)$ mm, funcție de rigiditatea piesei. Neparalelismul generatoarei acestei suprafețe cu direcția de avans duce la apariția defectelor cunoscute sub denumirea de ondulații de suprafață.

Prezentarea echipamentului, condiții de lucru, rezultate experimentale

Experimentările au fost efectuate cu ajutorul unui dispozitiv de rulare (fig. 4), la care obținerea forțelor de apăsare este realizată hidraulic, aceasta putînd ajunge pînă la valoarea

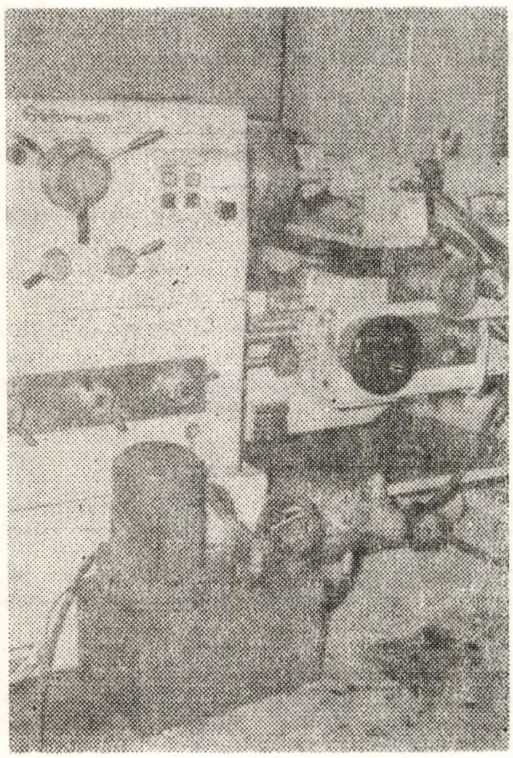


Fig. 4 Echipamentul tehnologic folosit la încercări.

maximă de 100 kN corespunzătoare presiunii nominale de lucru din sistemul hidraulic de 12 MPa.

Dispozitivul a fost montat pe sania transversală a unui strung normal SNA 560, prinderea și antrenarea probelor făcîndu-se între universal și vîrful rotativ.

Tabelul 1

Nr. crt.	Regimul de lucru				Rugozitatea suprafeței prelucrate R_a[μm]	
	Strunjire		Rulare			
	v [m/min.]	s [m/min.]	v [m/min.]	s [m/min.]	Strunjire	Rulare
1	28	0,05	62	0,25	3,75	0,25
2	28	0,1	62	0,25	6,15	0,25
3	28	0,14	62	0,25	6,93	0,26
4	28	0,05	62	0,25	1,61	0,28
5	62	0,07	62	0,5	1,88	0,31
6	28	0,05	62	0,25	4,50	0,30

Obs. : Suprafața 4 și 6 au fost strunjite cu $R_\varepsilon = 0$ (raza la vîrf a cuțitului) suprafața 6 lustruindu-se înainte de rulare cu hîrtie abrazivă granulație 800.

Au fost rulate suprafețe cilindrice cu $D_{ext} = 40$ mm, material OLC 45, pentru lubrifiere folosind ulei mineral M 30.

Regimurile de lucru și rugozitatea suprafețelor înainte și după rulare sînt centralizate în tabelul 1.

Au fost înregistrate profilogramele pentru cele șase cazuri studiate utilizînd o amplificare de 1 × 20 pe orizontală și 1 × 2000 pe verticală (fig. 5). S-a măsurat microduritatea în

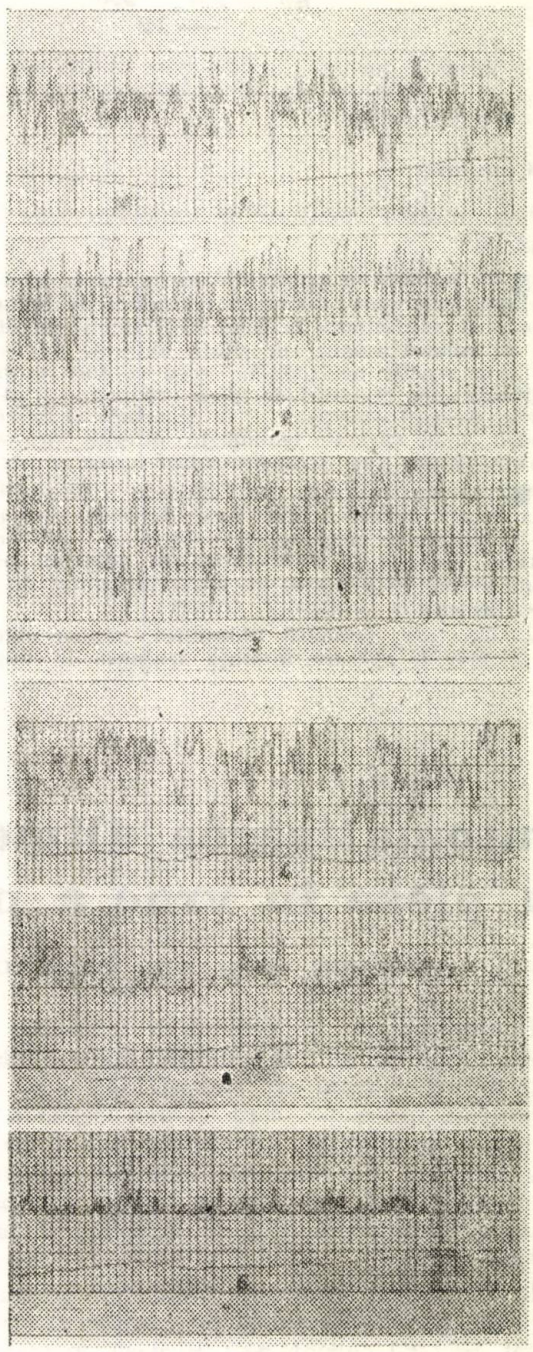


Fig. 5 Profilogramele suprafețelor pentru diferite regimuri de prelucrare.

zona deformată de la suprafața piesei stabilindu-se și adîncimea stratului ecruisat pentru anumite valori ale forței de presare (fig. 6).

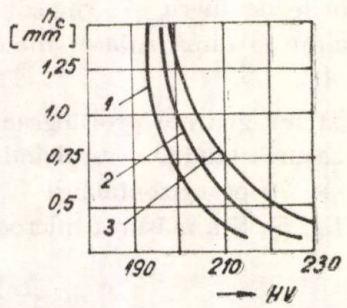


Fig. 6 Variația durității în adîncimea stratului ecruisat funcție de forța de apăsare și numărul de treceri.

Concluzii

Din analiza rezultatelor experimentale rezultă că :

■ la rularea cu role cilindrice a suprafețelor de revoluție, exterioare, influența regimului de lucru al prelucrării preliminare (a rugozității suprafeței dinainte de rulare) asupra rugozității obținute după rulare este practic neglijabilă, ceea ce face posibilă adoptarea unor regimuri de lucru productive și avantajoase. Aceeași concluzie [3] se desprinde și în urma folosirii unor variante tehnologice diferite (strunjire-lustruire-rulare sau strunjire-rulare-lustruire etc.) ;

■ sistemul hidraulic de acționare a dispozitivului a permis folosirea unor forțe de prelucrare precise și constante putîndu-se determina adîncimea stratului ecruisat și constata că la adîncimi peste 1 mm acesta este destul de puțin influențat de valoarea forțelor și numărul de treceri ;

— folosirea acționării hidraulice, pentru obținerea forțelor de apăsare, înlătură neajunsurile cauzate de dispozitivele ce utilizează contactul rigid sau cel elastic, acest lucru fiind datorat agentului hidraulic (ulei cu $k = 1{,}6.10^{-4}$ MPa) ;

— dispozitivul de rulare oferă posibilitatea prelucrării unor suprafețe cilindrice cu $D_{max} = 150$ mm aceasta prin schimbarea corespunzătoare a suporților port-rolă. Faptul că suporții asigură, în timpul prelucrării, orientarea paralelă a generatoarei suprafeței cilindrice a rolei cu axa suprafeței ce se prelucrează face posibilă ca, prin adoptarea unor regimuri de lucru corespunzătoare, să se înlăture complet defectele de suprafață, de tipul ondulațiilor.

În concluzie se apreciază că, pe lîngă alte procedee de finisare, deformarea superficială prin rulare cu role ce au zona de atac dreaptă oferă reale avantaje. Aceasta privește atît productivitatea operației cît și calitatea suprafețelor ce se obțin, nefiind necesare condiții deosebite pentru pregătirea suprafețelor înainte de rulare. Se impune, însă, folosirea unui echipament adecvat, care să asigure o rigiditate superioară sistemului tehnologic și care să permită obținerea unor valori pentru forța de apăsare, controlabile și constante.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Gavrilaș, I., Maier, A.* : Netezirea și ecruisarea suprafețelor prin rulare, alunecare și lovire. Ed. tehnică, București, 1972.

[2] *Teodorescu, M. Zgură, Gh.* : Tehnologia presării la rece. Ed. didactică și pedagogică, București, 1980.

[3] *Teodorescu, M., ș.a.* : Cercetări privind îmbunătățirea tehnologică de finisare a unor suprafețe cilindrice exterioare. Analele Universității din Galați. Lucrările sesiunii științifice Galați, 8—10. II. 1984.

[4] *Felgentreu, G.A.* : A simitóhengerlésröl Gépgyártástechnológia, XIX, évfolyam, nr. 2 szám, 1979, február.

CZ : 621-52 : 621.983.32

Automatizarea alimentării cu piese în vrac a preselor

Ing. Gheorghe **MARIN**, subing. Silviu **BEDREAGĂ** – I.C.T.C.M. București

În desfășurarea procesului de fabricație a pieselor prin deformare plastică la rece, colectivul de specialitate din cadrul I.C.T.C.M. s-a străduit să aplice, pe scară cît mai largă, automatizarea producției, răspunzînd astfel sarcinilor de bază ale economiei noastre naționale în etapa actuală, referitor la accelerarea progresului tehnico-științific, la dezvoltarea producției.

În funcție de forma, de dimensiunile pieselor, de mărimea lotului și de caracterul producției, în mod curent, se utilizează următoarele tipuri de sisteme pentru alimentarea preselor :

— cu casete (magazine) de alimentare ;
— cu împingătoare ;
— cu mecanism revolver ;
— cu mîini mecanice ;
— cu buncăr vibrator ;
— cu elevator cu cilindru vibrator etc.

Combinarea sau cuplarea unora dintre aceste sisteme, cum ar fi de exemplu sistemul care rezultă din asocierea elevatorului cu cilindru vibrator, cu împingătoare, cu mîini mecanice, sau cu mecanisme revolver creează condițiile de automatizare, în totalitate, a operațiilor de prelucrare prin presare la rece.

Rolul operatorului se rezumă în acest caz doar la supravegherea și la încărcarea periodică a buncărului elevatorului cu piese în vrac.

În vastul program de automatizare urmărit cu asiduitate, I.C.T.C.M. a proiectat și introdus în fabricație „echipamentul pentru îndoit eclise" care se află în funcțiune la Intreprinderea „Independența" Sibiu (fig. 1).

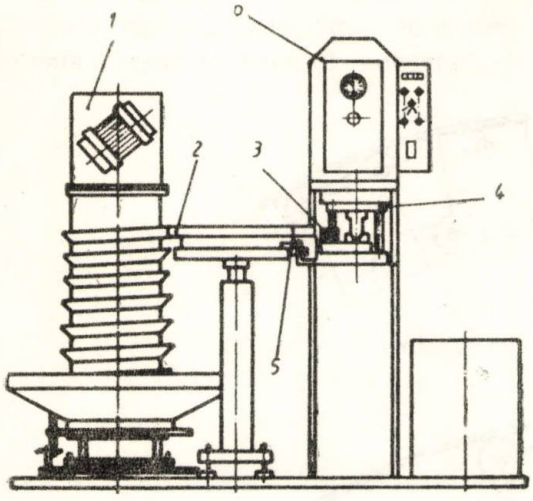


Fig. 1 Echipament pentru îndoit eclise.
1 — Elevator cu cilindru vibrator ; 2 — vibrator liniar. ; 3 — stocator ; 4 — scula de îndoit ; 5 — împingător pneumatic ; 6 — utilajul de presare propriu-zis.

Buncărul elevatorului permite să se realizeze o rezervă de 100—200 kg piese asigurînd utilajului o durată de lucru de 2—3 ore. Astfel față de încărcarea manuală în casetă, în acest caz productivitatea a crescut cu aproximativ 20%.

Buncărul trebuie încărcat cu o cantitate de piese care să poată asigura funcționarea neîntreruptă a întregului echipament.

În acest sens, volumul buncărului va depinde de rezerva de piese necesară pentru asigurarea funcționării continue în perioada de timp prevăzută.

Pentru calculul volumului buncărului se folosește relația :

$$V_b = \frac{V_{sf} \cdot T}{t \cdot K_v}, \text{ unde :}$$

V_b = volumul buncărului ;

V_{sf} = volumul unei piese [cm³]

T = perioada de timp de funcționare continuă. cu o singură alimentare [min].

t = timpul de prelucrare a unei piese [min] ;

K_v = coeficientul volumic de umplere care depinde de forma pieselor și de poziția lor în buncăr.

$(K_v = 0{,}5 \div 0{,}65)$.

După cum se observă în figura 2, buncărul **1** împreună cu un suport **2** se asamblează rigid pe o placă de bază **3.** Pe suport se așează,

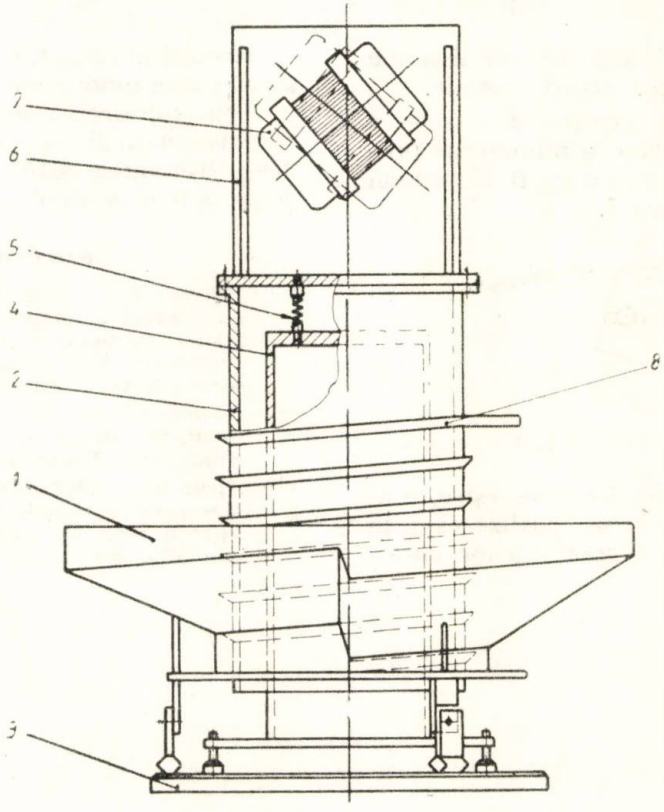


Fig. 2 Elevator cu cilindru vibrator.
1 — buncăr ; 2 — suport ; 3 — placă de bază ; 4 — cilindrul vibrator ; 5 — arc ; 6 — suport motoare ; 7 — motor cu contragreutăți ; 8 — jgheab exterior.

prin intermediul unor arcuri **4**, cilindrul vibrator **5** și suportul motoarelor. Vibrația cilindrului este produsă de două motoare cu contragreutăți **6**.

Datorită vibrației cilindrului, piesele urcă pe jgheabul exterior al cilindrului, în formă de spirală.

Urmărind, pentru exemplificare, eclisa RIFS, se constată că aceasta poate avea 4 poziții probabile de așezare în jgheab, după cum rezultă din figura 3. Dintre acestea pozițiile **1** și **2** sînt preferate (fig. 4). S-a constatat că circa 80% din totalul pieselor se vor dispune în jgheab conform acestor poziții optime.

În ceea ce privește poziția de ieșire a eclisei din vibrator, în urma a numeroase probe și încercări, s-a determinat ca fiind optimă cea reprezentată în figura 5.

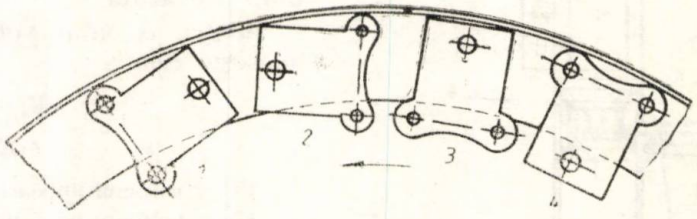


Fig. 3 Poziții probabile de așezare în jgheab a eclisei.

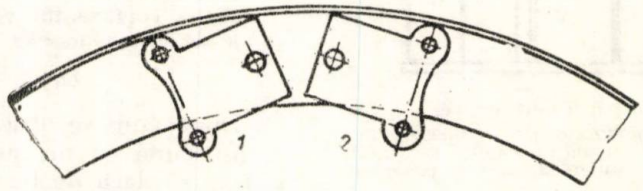


Fig. 4 Poziții preferate de așezare în jgheab a eclisei.

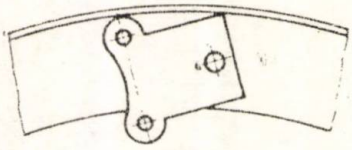


Fig. 5 Poziția optimă de ieșire din jgheab a eclisei.

Dirijarea corectă a pieselor spre ieșire, conform poziției din figura 5, se realizează prin introducerea pe circuit a unor șicane corespunzătoare. Piesele care nu s-au orientat corect vor fi înlăturate, fiind introduse din nou în buncăr.

În scopul de a corecta și poziția defavorabilă a ecliselor din jgheab (2, fig. 4) s-a prevăzut un sistem special de răsturnare a eclisei.

În continuare, din acest elevator cu cilindru vibrator, piesele sînt preluate de un vibrator liniar și deplasate într-un magazin. De aici, cu ajutorul unui împingător acționat pneumatic, ele sînt introduse în zona de lucru a ștanței.

Același împingător servește și pentru deplasarea piesei îndoite anterior.

Prin folosirea acestui echipament, productivitatea muncii pe ansamblu a crescut cu 20%, creîndu-se astfel posibilitatea ca un operator să lucreze simultan la mai multe mașini.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Malkov, I.V., Motikov, V.A., Vatonin, B.I.:* Stadiul actual și perspectivele de dezvoltare a utilajelor tehnologice auxiliare pentru robotizarea proceselor de ștanțare a tablei — VNIITEMR seria 6.2, vol. 5 Moskva 1985, pag. 36—45.

[2] *Baranovski M.A.:* Mecanizarea și automatizarea producției de piese ștanțate (Traducere din Lb. rusă) I.D.T. București 1963, pag. 42—78.

[3] *Apostolina, Alexandra, Marin, Gh., Roșca, A.:* Mecanizarea și automatizarea proceselor de presare la rece. Construcția de mașini, nr. 11/1985, pag. 578—586.

CZ : 66.066

Separarea în cîmp centrifugal a unor suspensii din instalațiile tehnologice ale industriei construcțiilor de mașini

Ing. Constantin **HRISTESCU** — I.C.T.C.M. București
Dr. ing. Radu **IATAN** — Institutul Politehnic București

Considerații generale

Separarea suspensiilor provenite din instalațiile tehnologice industriale este operația care încheie ciclul funcțional al fluidelor de lucru și are ca scop menținerea acestor fluide în limitele de utilizare admise, cu consecințe favorabile asupra calității produselor, a eficienței economice și a performanțelor respectivelor instalații.

Cum faza lichidă a suspensiilor industriale este în general apa, principalele obiective ale proceselor de separare sînt legate de :

— recircularea apei în instalații (apa de spălare);

— reținerea și reutilizarea unor substanțe utile evacuate odată cu apele uzate (metale deficitare) ;

— menținerea unor parametri funcționali în limite date (concentrația, *pH*) ;

— purificarea unor agenți de lucru (lichide de răcire, lubrifianți, solvenți) ;

— utilizarea apei epurate în domenii neindustriale (irigații).

Printre procedeele moderne care s-au impus în acest domeniu, se situează separarea mecanică în cîmp centrifugal; utilajul reprezentativ este separatorul centrifugal, iar dintre multiplele soluții constructive aflate în exploatare se remarcă tipul „cu talere" (fig. 1).

Un fapt semnificativ pentru interesul ce începe să fie acordat acestui procedeu și la noi în țară, în context cu tendințele tehnicii mondiale, este capacitatea separatoarelor cu talere de a se integra în unele probleme prioritare ale economiei naționale ca : reducerea consumurilor materiale și energetice, ridicarea calității și a productivității muncii, protejarea mediului înconjurător. Aplicat la activitatea I.C.T.C.M., procedeul prezintă interes în preocupările colectivelor care cercetează domenii de vîrf și neconvenționale ale construcției de mașini, ca :

— tehnologii și utilaje pentru pregătirea suprafețelor (degresare, spălare, debavurare, hidrosablaj ;

— tehnica acoperirilor de suprafață (metode chimice, electrochimice și pelicule) ;

— tehnica apelor uzate industriale ;

— aplicațiile tehnice ale electroeroziunii ;

— sisteme de mașini pentru gospodărirea șpanului și a lichidelor de răcire-ungere.

Aspecte teoretice

Examinată din punct de vedere teoretic, utilizarea separării centrifugale, în scopul realizării obiectivelor enumerate în cele ce preced, presupune stabilirea valorilor optime ale mărimilor ce caracterizează procesul, astfel încît rezultatele practice ale aplicării acestuia să asigure eficiența tehnico-economică maximă.

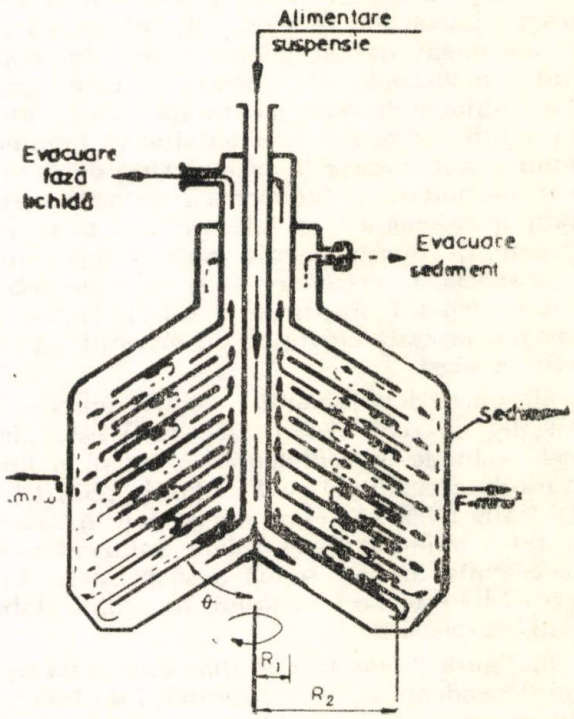


Fig. 1 Schema de principiu a separatorului cu talere utilizate pentru separarea fazei solide din suspensie.
1 — manta ; 2 — pachet de talere.

Luînd în considerare și particularitățile specifice subdomeniului acoperit, tehnologiile în care procedeul centrifugal se înscrie cu cele mai bune rezultate se caracterizează în general prin aceea că :

— acuratețea separării primează asupra debitului ;

— suspensiile cu care se lucrează conţin particule foarte fine în fază solidă (de regulă submicronice) ;

— procedeele industriale existente nu se justifică tehnico-economic la performanţele cerute.

În cele ce urmează se vor examina unele aspecte privind utilizarea separării centrifugale în principalele aplcaţii amintite.

1. Una din problemele dificile cu care se confruntă exploatarea instalaţiilor de pregătire a suprafeţelor este aceea a economisirii apei. Întrebuinţată drept component al băilor de tratare (apă demineralizată, dedurizată, potabilă), sau ca mediu de spălare (apă industrială, tehnologică), apa introdusă în diferte faze ale fluxului tehnologic „se uzează", ajungînd ca la evacuarea din instalaţii să conţină alcalii, cianuri, metale, particule organice, totalizînd în unele cazuri un conţinut mediu de fază sosolidă de 40 . . . 50 g/l.

Recuperarea fazei solide, respectiv gradul de limpezire a fazei lichide — în funcţie de scopul urmărit — depind direct de performanţele utilajului folosit ; filtrele statice şi decantoarele prevăzute, în mod obişnuit, au curbe de randament limitat pentru multe din aplicaţiile industriale, în special în tehnologiile unde calitatea trebuie menţinută strict, chiar în condiţii, de mare productivitate. Limitele amintite sînt impuse în primul rînd de caracterul intermitent al funcţionării, datorită necesităţii de regenerare sau înlocuire a elementelor filtrante, de durata relativ mare a procesului — în special la decantare — şi chiar de debit, care, pentru a fi menţinut la valori ridicate şi constant, necesită cheltuieli de investiţie şi întreţinere mari.

Mărimea determinantă pentru aprecierea operaţiei de sedimentare (separare) este „indicele volumic de sedimentare". Notat în literatura de specialitate cu *SVI* (de la „SLUDGE VOLUME INDEX)" el se măsoară prin raportul între volumul fazei solide sedimentate şi concentraţia în fază solidă a suspensiei. Valoarea *SVI* este deci o măsură a „sedimentabilităţii" suspensiei.

În figura 2 sînt trasate diagrame reprezentînd dependenţa de SVI a cantităţii de fază solidă separată, pentru diferite concentraţii ale acesteia în suspensia iniţială [1]. Din examinarea diagramelor se conturează noi argumente în favoarea ideii de a utiliza separatoarele centrifugale în anumite domenii neacoperite eficient de celelalte procedee ; astfel :

— suspensiile cu indice SVI mic sedimentează bine şi relativ repede; cunoscînd că centrifugele sînt caracterizate tocmai prin valori mici ale acestui indice, rezultă concluzia amintită. Pe măsură ce *SVI* creşte, eficienţa procedeului descreşte corespunzător ;

— curbele care reprezintă separarea centrifugală se situează în domeniile de maximă recuperare a fazei solide, chiar la concentraţii mici în suspensia iniţială.

Evident, la cele arătate trebuie adăugate influenţele pe care le au, asupra eficienţei se-

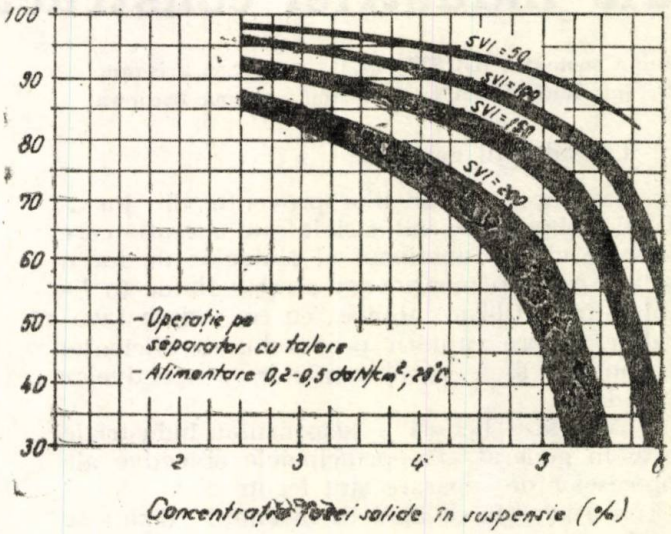


Fig. 2 Efectul *SVI* asupra eficienţei operaţiei de sedimentare centrifugală.

parării, natura şi caracteristicile suspensiei, parametrii de funcţionare (debit de alimentare, debit recirculat, factor de separare), precum şi particularităţile constructive ale maşinii folosite.

Comparaţia între separarea centrifugală şi procedeele statice — la limită decantarea — reiese şi direct, examinînd valoarea factorului de separare, mărime specifică centrifugelor, a cărui expresie [11] :

$$\Phi = \frac{\omega^2 R}{g} = \frac{\pi^2}{1800} n^2 D, \qquad (1)$$

măsoară de cîte ori mai intens se realizează operaţia în acest sistem, faţă de cel bazat pe sedimentarea liberă, determinată de g, după legea lui Stokes. (ω = viteza unghiulară, $R = 1/2\,D$ = raza medie a rotorului, n = turaţia).

Astfel spus, suprafaţa de separare echivalentă a unui separator cu talere (Σ_d), comparată cu suprafaţa necesară unui decantor (Σ_{st}), pentru un debit de suspensie dat (Q), dă imaginea eficacităţii procedeului centrifugal :

În cazul separatorului, literatura de specialitate recomandă pentru debit expresia [5] :

$$Q = 54{,}5 \cdot 10^{-8} \sum_d \cdot d^2 \cdot \frac{\Delta\rho}{\eta} \qquad (2)$$

unde :

d = diametrul statistic al particulelor ;

$\Delta\rho$ = diferenţa de greutăţi specifice între faza solidă şi faza lichidă ;

η = viscozitatea fluidului.

Pentru decantoare cu separare gravitațională :

$$Q = \sum_{st} \cdot V_g \qquad (2')$$

unde V_g = viteza terminală a unei particule care decantează prin gravitație.

Comparînd expresiile (2) și (2') se obține, lucrînd în sistemul de măsură SI :

$$\sum_d \cong 5{,}5 \cdot 10^6 \cdot \sum_{st}$$

Aceasta se traduce practic prin realizarea unor concentrații în fază solidă de 10 ... 25 ori mai mari decît cele ale suspensiei inițiale. Valorile maxime corespund centrifugării cu recirculare.

În afara aspectului cantitativ, aplicarea sistemului de separare centrifugală la instalațiile de spălare duce la obținerea unor soluții cu un înalt nivel de claritate, prin aceasta prelungind substanțial gradul de utilizare al soluțiilor. Astfel, în cazul instalațiilor de spălare și/sau degresare cu ultrasunete, utilizate după operații de suprafinisare, la care soluțiile se îmbogățesc relativ repede cu cantități de particule solide * provenite de la paste de lustruit, praf metalic, uleiuri, emulsii și praf atmosferic, perioada de utilizare optimă crește de la cifre de ordinul orelor, pînă la maximum opt săptămîni [2]. Diagramele de funcționare, în cele două cazuri, reprezentate în figura 3 ilustrează comparativ cele afirmate.

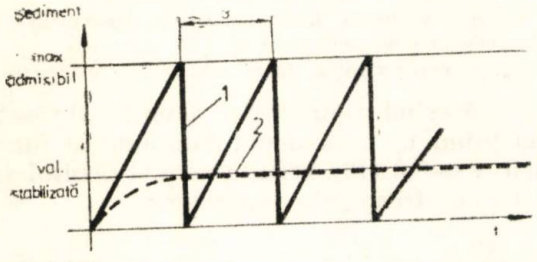


Fig. 3 Gradul de limpezire a soluției de spălare cu și fără separare centrifugală la recirculare.
1 — fără separare ; 2 — cu separare centrifugală ; T_0 — timpul de lucru fără separare.

În întreprinderi de diferite profile, din domeniul industriei metalurgice, construcțiilor de mașini, chimice, ușoare, alimentare, din multe țări, există în exploatare și instalații echipate cu separatoare de centrifugale de mare productivitate. Firma Penwalt Corp. S.U.A. dă următoarele performanțe pentru instalații de tratare a apelor uzate industriale [9].

— la suspensii cu 0,5 .. 1% fază solidă, cu debit orar de 150.000 l, se recuperează 80% substanțe solide refolosibile ;

— la concentrații de 5 ... 6% în fază solidă, cu debit orar 80.000 l, gradul de recuperare poate ajunge la 95%.

2. O a doua problemă la fel de importantă, specifică tehnologiilor de acoperiri metalice, este ridicată de depunerea masivă a precipitatului în băile chimice și electrochimice. Eliminarea acestuia — operație absolut necesară pentru stăpînirea parametrilor procesului — se face în general intermitent, prin oprirea băii în cauză, evacuarea soluției la stația de tratare și, în unele cazuri, filtrarea și recircularea elementelor recuperabile sau a apei (procedeul Lancy). Integrînd un separator centrifugal, în rețeaua de recirculare a soluției (electrolitului) din baie, se poate crea un sistem cu funcționare continuă. Figura 4 reproduce principial un astfel de sistem.

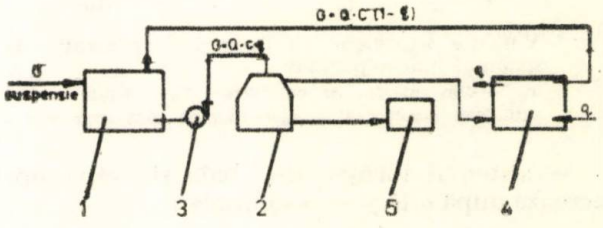


Fig. 4 Schema-bloc a unui sistem baie-separator.
1 — baie de acoperiri ; 2 — separator centrifugal ; 3 — electropompă ; 4 — schimbător de căldură ; 5 — cuvă de nămol ; q (q') — agent termic tur (retur).

Modelul matematic al procesului se obține direct din ecuația bilanțului de materiale [10] :

$$G_1 \cdot \Delta t + G_2 \cdot \Delta t - Q \cdot c \cdot \Delta t = V \cdot \Delta c \qquad (3)$$

unde :

G_1 = debitul de soluție (electrolit) introdus în baie [kg/h] ;

G_2 = debit recirculat (faza lichidă a suspensiei separate) [kg/h] ;

Q = debitul de suspensie intrat în separator [m^3/h] ;

V = volumul băii de tratament [m^3] ;

Δc = variația concentrației în intervalul de timp Δt ;

η = gradul de separare al centrifugei.

Separînd variabilele și efectuînd calculele necesare pentru integrare se ajunge la relația :

$$dt = -\frac{dc}{\frac{Q}{V} \cdot \eta \left(c - \frac{G_1}{Q \cdot \eta} \right)}$$

Soluția generală, notînd $c_0 = \frac{G_1}{Q \cdot \eta}$, va avea forma :

$$c - c_0 = \frac{1}{k} \cdot e^{-\frac{Q \cdot \eta}{V} t}$$

* se subliniază că în unele domenii ale mecanicii fine, dimensiunile acestor particule sînt comparabile — uneori depășesc — valoarea toleranțelor dimensionale impuse de tehnologie (ex. : fabricația microrulmenților).

Punînd condițiile la limită ca baia de tratament să nu conțină sediment la momentul inițial, adică $t=0$; $c=0$, integrala particulară va fi chiar expresia variației concentrației sistemului format de baie și separatorul centrifugal :

$$c=c_0\left|1-e^{-\frac{Q\cdot\eta}{V}t}\right| \qquad (4)$$

Graficul de variație corespunzător are alura din figura 5. Din examinarea acestuia se desprind ca principale concluzii, următoarele .

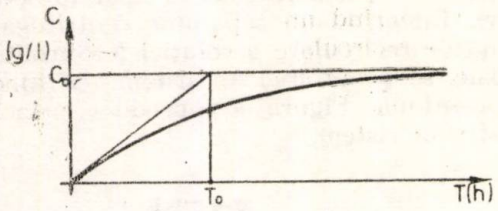


Fig. 5 Variația teoretică în timp a concentrației în sistemul baie-separator.
c_0 — concentrația de echilibru ; T_0 — timp necesar atingerii concentrației c_0 ; — lucrînd fără separator.

— sistemul format din baie și separator lucrează după o lege exponențială ;

— există o valoare a concentrației care rămîne teoretic constantă în timp după depășirea valorii T_0 ; este concentrația „de echilibru", a sistemului și valoarea ei este dată de condiția :

$$c=c_0=\frac{G_1}{Q\cdot\eta}$$

Conducînd corespunzător funcționarea ansamblului se poate menține, teoretic, constanța stării de echilibru, astfel încît perioada de regenerare a băii să fie dictată de alte criterii, diferite de cel al sedimentării soluției de lucru.

3. Un al treilea domeniu, de egală importanță cu primele, în care separatorul centrifugal își găsește o aplicare deplină, este exploatarea instalațiilor de regenerare a lichidelor de răcire, provenite de la secțiile de prelucrări mecanice de finisare. Așa cum s-a mai amintit, există operații de mecanică fină cărora li se impun toleranțe atît de severe asupra calității suprafețelor prelucrate, încît regenerarea lichidelor de răcire sau spălare — cu conținut de particule solide foarte fine — devine, dintr-o operație auxiliară, una din principalele operații ale finalului de proces tehnologic.

Problema face obiectul unor preocupări de ordin teoretic și experimental ale unui colectiv din I.C.T.C.M., specializat în domeniul „recuperare-refolosire-recondiționare", în colaborare cu Catedra de Utilaj Tehnologic Chimic a Institutului Politehnic București. Obiectivul principal al cercetării este obținerea unor lichide tehnologice care să nu aibă particule în suspensie mai mari de 0,3 ... 0,5 μm. Evaluarea prin calcul a acestei performanțe s-a făcut, plecînd de la ideea utilizării unor mașini centifuge existente în fabricație, într-un montaj de

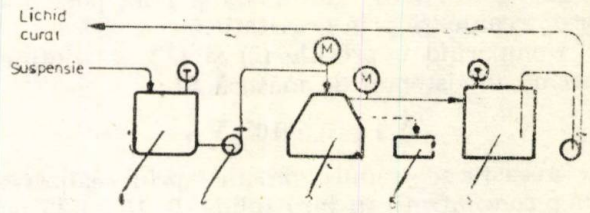


Fig. 6 Schema-bloc a unui sistem de separare a lichidelor de răcire-ungere provenite de la secțiile de prelucrări mecanice de finisare.
1 — rezervor de lichid uzat ; 2 — separator centrifugal ; 3 — rezervor de lichid curat ; 4 — electropompă ; 5 — cuvă de nămol.

tipul celui prezentat în figura 6 — prin extinderea ariei de aplicație în urma unor modificări constructive minime.

Astfel, situînd domeniul de funcționare în zona valorilor minime ale indicelui volumic de sedimentare ($SVI=50\ldots70$) și adoptînd concentrațiile corespunzătoare verificate în exploatare (fig. 1), rezultă :

$$SVI=\frac{V_{fs2}}{c_{fs1}}=\frac{0{,}9V_{fs1}}{c_{fs1}}=\frac{0{,}9c_{fs1}V}{c_{fs1}}=0{,}9V \qquad (5)$$

în care :

V = volumul total al suspensiei (1) ;

$V_{fs1,2}$ = volumul fazei solide în suspensia inițială, respectiv în sediment (1) ;

c_{fs1} = concentrația fazei solide în suspensie.

Considerînd timpul de retenție $\Delta t=1$ h și adoptînd un randament hidraulic al funcționării $\eta=0{,}8$ [13], rezultă pentru debitul suspensiei ce trece prin separator :

$$Q=\frac{V}{\Delta t}=\frac{SVI}{0{,}9\cdot\eta\cdot\Delta t}=\frac{70}{0{,}9\cdot0{,}8\cdot1}\cong 100\ \text{L/h} \qquad (6)$$

Suprafața de separare echivalentă a unui astfel de separator cu talere de construcție curentă va fi, adoptînd ca parametrii constructivi recomandați, cei notați în figura 1 [5] .

$$\sum_d=13\cdot10^{-6}\cdot n^2\cdot z\cdot\operatorname{ctg}\theta\left(R_2^3-R_1^3\right) \qquad (7)$$

în care :

n = turația tamburului [rot/min] ;

z = numărul de talere ;

θ = unghiul talerelor față de axul de rotație [rad] ;

$R_{1,2}$ = raza interioară, respectiv exterioară a talerelor [cm].

Cu valorile utilizate curent, anume : $n=8500$ rot/min ; $z=40$; $\theta=\pi/4$ rad ; $R_1=5$ cm; $R_2=15$ cm ; rezultă :

$$\sum_d=12.210\cdot10^4\ \text{cm}^2 \qquad (8)$$

Introducînd valorile găsite pentru debit și suprafață echivalentă în relația (2) și considerînd $\Delta\rho = 4\ g/cm^3$; $\eta = 1$ cP, rezultă pentru dimensiunea medie statistică a particulei separabile, în sistemul CGS :

$$d = \sqrt{\frac{Q \cdot \eta}{54{,}5 \cdot 10^{-8} \Sigma_d \Delta\rho}} = 0{,}32\ \mu m, \qquad (9)$$

ceea ce reprezintă o valoare convenabilă pentru scopul urmărit. Considerațiile teoretice de mai sus au fost verificate experimental așa cum se va arăta în cele ce urmează.

4. Separatoarele centrifugale cu talere sînt utilizate, în ultimii ani, în tehnologiile de prelucrare și reintroducere în circuitul de fabricație a șpanului rezultat de la mașinile unelte din secțiile de finisare și suprafinisare. Aplicațiile existente ale procedeului, pe instalații în exploatare, realizează capacități de producție de 1,5 ... 4 t/h șpan curat, utilizînd separatoare cu talere de fabricație WESTFALIA — R.F.G., de 4000, respectiv 7500 l/h. Exemplul reprezentativ este reprodus principial în figura 7 ; este vorba de „sistemul Ellerwerk" aparținînd firmei DEMAG — R.F.G. [3].

Soluția utilizată în unitatea de spălare (poz. **1**) este recirculată continuu — făcîndu-i-se adausurile pentru corectarea compoziției — pe un itinerar tehnologic cuprinzînd trepte de dezuleiere (poz. **2**), de decantare (poz. 6), hidrociclonare (poz. **4**), limpezire (poz. **8**) și separare (poz. **9**). Ultimele două trepte sînt echipate cu separatoare cu talere de construcția amintită. Instalația realizează pentru soluția de spălare un randament calculat de 85%.

5. Pentru cazul special al uleiurilor minerale cu condiții deosebite de calitate, s-au elaborat separatoarele de tip GRAVITROL, prevăzute cu duze de evacuare continuă a fazei solide ; schema de principiu este redată în figura 8.

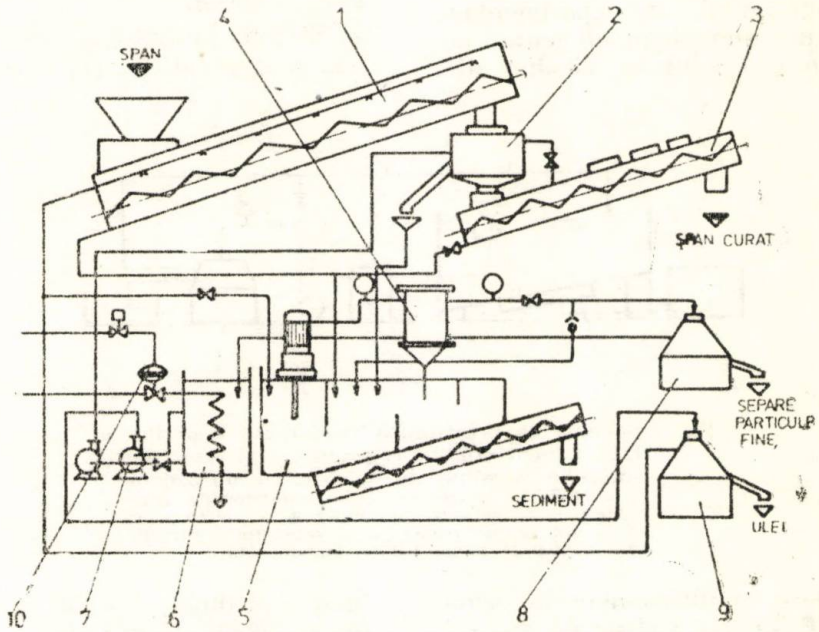


Fig. 7 Sistemul Ellerwerk pentru separarea suspensiilor, integrat într-o linie tehnologică de prelucrare a șpanului metalic.
1 — unitate de spălare a șpanului ; 2 — centrifugă de separare a emulsiei lichid de spălare-ulei ; 3 — unitate de limpezire-uscare ; 4 — hidrociclon ; 5 — cuvă de decantare ; 6 — cuvă de încălzire, cu transportor de nămol ; 7 — electropompă ; 8 — separator centrifugal de limpezire ; 9 — separator centrifugal de dez-uleiere ; 10 — sistem de încălzire.

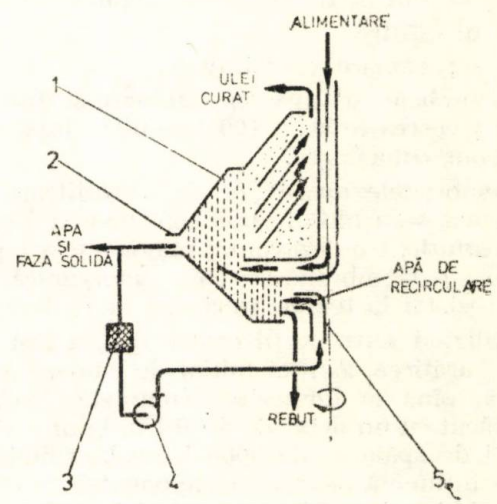


Fig. 8 Schema de principiu a sistemului Gravitrol.
1 — separator centrifugal ; 2 — duză automată pentru evacuare continuă ; 3 — filtru ; 4 — electropompă de recirculare ; 5 — recipient Gravitrol.

Funcționînd în sistem de recirculare continuă, aceste separatoare sînt utilizate în instalații moderne de tratare a uleiurilor minerale și în procese înrudite, în care reutilizarea uleiurilor separate în trepte ulterioare de prelucrare asigură regimuri economice și, în același timp, produse de calitate [5].

Experimentări, rezultate

În cadrul programului de experimentări pentru stabilirea unei tehnologii eficiente de regenerare-recirculare a soluțiilor alcaline din instalațiile de spălare cu ultrasunete, la uzina Grohe (Lahr — R.F.G.), s-a realizat un montaj funcționînd pe principiul schițat în figura 9 [2, 14].

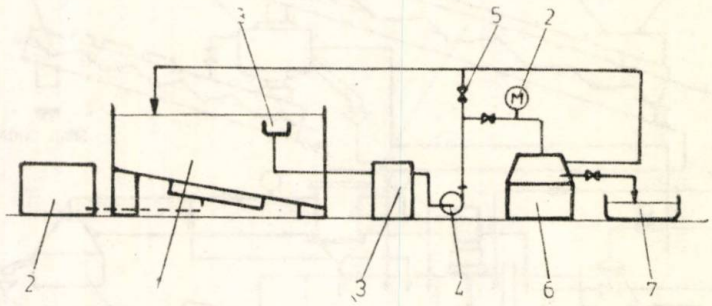


Fig. 9 Schema de principiu a montajului experimental pentru studiul regenerării și recirculării soluțiilor alcaline de spălare cu ultrasunete.
1 — baie de degresare ; 2 — generator de ultrasunete ; 3 — decantor de ulei ; 4 — electropompă ; 5 — robinet de reglaj ; 6 — separator centrifugal ; 7 — cuvă de nămol ; 8 — manometru.

Lichidul de lucru din baie (poz. **1**) a fost soluția apoasă slab alcalină, utilizată pentru spălarea după lustruire a reperelor de armături metalice neferoase. Cercetările au fost făcute utilizînd ca element de limpezire (poz. **6**) următoarele utilaje :

— instalații de filtrare (cu filtre lumînare, filtre disc din hîrtie și filtre lavabile);

— ultrafiltre ;

— separatoare centrifugale.

La probele cu filtre tip lumînare și disc s-a reușit trecerea a 50 . . . 100 l soluție, după care a început colmatarea.

Membranele aparatelor de ultrafiltrare, de asemenea, s-au blocat după consumarea a circa 300 l soluție. Un dezavantaj major a fost faptul că nici o membrană — chiar anorganică — nu a rezistat la temperaturi mai mari de 90°C.

Utilizînd separatorul centrifugal, a fost posibilă curățirea soluției inițial de culoare gri—neagră, pînă la limpezire completă. Probele s-au făcut cu un debit de 4000 l/h, la un volum al băii de spălare de 3000 l, neobservîndu-se nici o influență asupra componentelor organice. Limita de utilizare a soluției a fost determinată de modificări care au cauze independente de prezența separatorului și anume :

— eliminarea tensidelor (adausuri de umectare cu rol de activare a curățirii) prin antrenare la exterior, datorită adsorbției reziduurilor de pastă de lustruire ;

— antrenarea de soluție pe piese și suporți și la golirea tamburilor de degresare ;

— transformări chimice în procesul de curățire (acumularea de metale grele a dus la perturbații serioase după 8 săptămîni de utilizare a soluției).

Situația sintetică a modificărilor duratei de funcționare și a consumului de chimicale, înainte și după introducerea separării centrifugale, poate fi examinată în tabelul 1.

O imagine la fel de concludentă a procedeului o poate constitui și examinarea laturii economice a problemei ; evaluarea costurilor

Influența operației de separare centrifugală asupra procesului de degresare cu ultrasunete [2]

Tabelul 1

PARAMETRII PROCESULUI	VALORI	
	fără separare	cu separare
Timpul normal de lucru cu aceiași soluție	2 zile	10 zile
Adausuri curente de componenți	5 părți greut. %	5 părți greut. %
Consum de chimicale (în kg/an)		
— Teoretic	27 500	11 440
— Practic	33 430	13 000
Consum în accelerator de degresare (în kg/an)		
— Teoretic	—	486
— Practic	—	540

realizate în exploatare de către firma amintită — în prețuri la nivelul anului 1982 — se prezintă astfel (se consideră ca bază de calcul costul unei instalații clasice) ;

— costul anual al explotării în cazul cînd soluția este limpezită prin procedee statice (filtrare, sedimentare) 100;

— costul anual în cazul limpezirii prin separare centrifugală (în această valoare fiind incluse întreținerea, reparațiile, uzura și ratele de amortizare a separatorului, energia, deservirea) 41,3;

— costul unei instalații de separare centrifugală . . . . . 108.

Cu datele de mai sus, rezultă, pentru instalația de separare, un termen de amortizare a investiției de 1,5 ... 2 ani și o durată de viață în limite normale [12].

Experimentări de o înaltă rigurozitate științifică, asupra utilizării separării centrifugale în tehnologiile de acoperiri metalice, au fost făcute la Institutul de Chimie Tehnică al Academiei Ungare de Științe. Modelul experimental, reprodus schematic în figura 10 a fost constituit dintr-o baie pentru acoperirea de suprafață a aluminiului și un separator centrifugal de înaltă turație, montate într-o instalație-stand, prin intermediul unei pompe încadrate în rețeaua hidraulică aferentă [10].

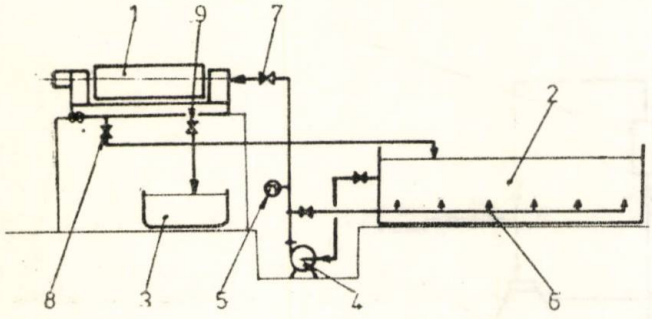


Fig. 10 Schema de principiu a standului experimental pentru cercetările privind stabilizarea concentrației în băile de acoperiri metalice.

1 — centrifuga de sedimentare OV 34 ; 2 — baie de acoperiri metalice ; 3 — cuvă de nămol ; 4 — electropompă ; 5 — manometru ; 6 — duze de barbotare ; 7 — robinet de reglare ; 8 — returul fazei lichide ; 9 — evacuare sediment.

Capacitatea băii de acoperiri : 12 m^3.

Conținutul băii : soluție caldă de Na_2CO_3 și Na_2CrO_4 în apă.

În urma reacției de acoperire a aluminiului, rezultă precipitatul de Al $(OH)_3$, care, începînd de la o anumită cantitate, prejudiciază calitatea suprafeței.

Programul de lucru a fost de două schimburi a 16 ore, cu o pauză tehnică de 8 ore și a durat circa 3 săptămîni.

Din măsurile efectuate în timpul cercetării, a rezultat o variație a concentrației în precipitat (redată in fig. 11) conformă cu relația determinată prin calcul (4).

Diferențele apărute față de curba ridicată teoretic în figura 5, atît în privința alurii cît și a valorii stabilizate a concentrației de echilibru, se datoresc unei insuficiente agitări a soluției, prin subdimensionarea duzelor (poz. 6), astfel încît acestea nu reușesc să disloce în întregime precipitatul sedimentat în cele 8 ore de oprire a circulației de fluid.

Principalele **concluzii** ce se desprind direct în urma acestor experimentări, sînt :

— curățirea în sistem continuu, prin utilizarea separării centrifugale, asigură procesele de acoperiri de suprafață menținerea unui nivel calitativ constant, eliminarea muncii fizice de refacere a băii și o prelungire a duratei active a soluțiilor de lucru ;

— o condiție necesară desfășurării corecte a procesului este menținerea lichidului sub formă de suspensie, uniformizată printr-o amestecare suficient de activă ;

— un rol important îl are gradul de separare al centrifugei utilizate ; în cazul studiat,

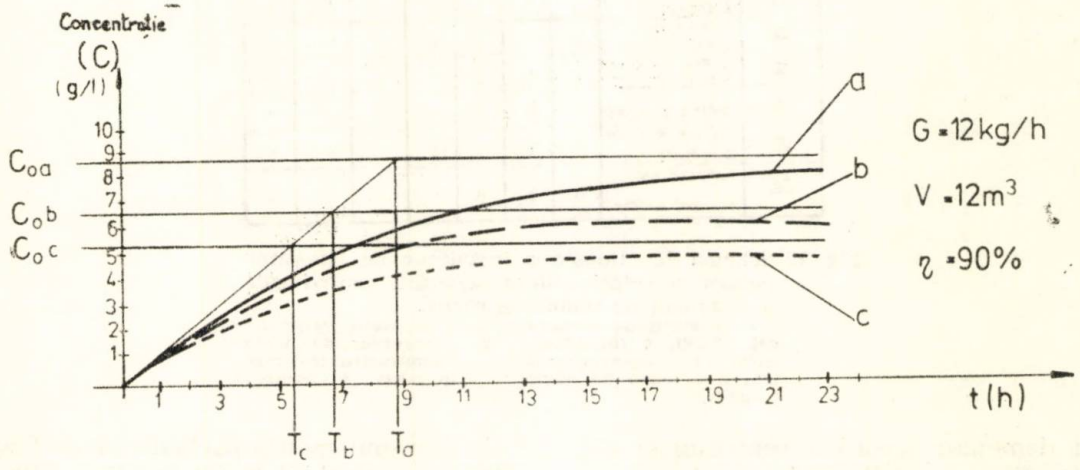


Fig. 11 Curba de variație în timp a concentrației, în sistemul baie-separator ridicată experimental.

a — $Q = 1,5$ m³/h ; $T = 8,89$ h ; b — $Q = 2$ m³/h ; $T = 6,67$ h ; c — $Q = 2,5$ m³/h ; $T = 5,33$ h.

datorită sedimentabilității ușoare a materialului Al $(OH)_3$ — acesta a fost separat în proporție de 90%. Pentru alte cazuri, parametrii funcționali ai mașinii trebuie stabiliți prin determinări de laborator, anterioare aplicării industriale.

*

Institutul de Cercetări Tehnologice pentru Construcția de Mașini (I.C.T.C.M.) București a preluat problema introducerii separării centrifugale în procesele de prelucrare a lichidelor tehnologice industriale, cu ocazia studiului mai dezvoltat asupra sistemei de utilaje pentru instalații centralizate de filtrare-recirculare a lichidelor de răcire și de spălare [7].

Experimentările au fost extinse pentru o gamă largă de suspensii, determinîndu-se pentru fiecare categorie în parte condițiile tehnologice și procedeele cele mai eficiente de separare, respectiv filtrare.

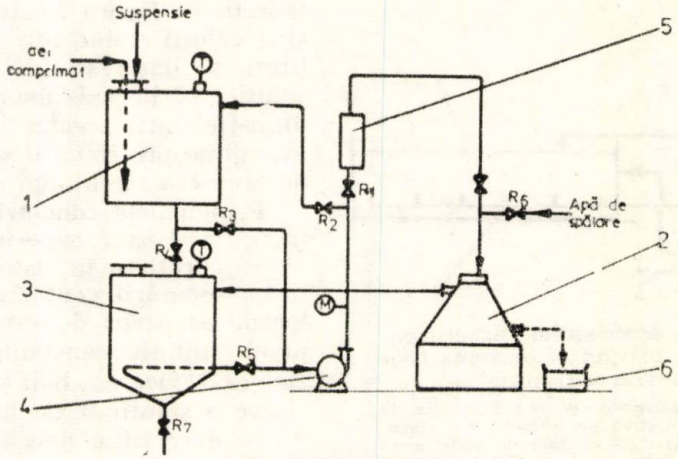
parator centrifugal cu talere din fabricația curentă a Intreprinderii Tehnofrig — Cluj și echipată cu aparatura necesară pentru măsurarea parametrilor procesului urmărit. Schema principială a instalației este dată în figura 12; aspectul general al ansamblului se poate examina în figura 13.

Suspensiile, alese ca reprezentative pentru a fi utilizate, au fost preluate din băi de acoperiri metalice și din sistemul de răcire de la unele mașini de prelucrat pentru finisare. concentrațiile inițiale și finale ale acestor lichide sînt date în tabelul 2.

Determinările au urmărit stabilirea următorilor parametri :

— debitul, presiunea și timpul, ca valori optime ale procesului de separare centrifugală;

— concentrația fazei solide în lichidul tratat și cantitatea de sediment obținut (analiza cantitativă) ;



COMANDA ROBINETELOR *

Circuit	Funcțiune	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7
I	Separare	1	1	1	0	0	0	0
II	Separare (reluare ciclu)	1	1	0	0	1	0	0
III	Omogenizare suspensie	0	1	1	0	0	0	0
IV	Transvazare lichid curat	0	1	0	0	1	0	0
V	Transvazare suspensie	0	0	0	1	0	0	0
VI	Spălare separator	0	0	0	0	0	1	1
VII	Spălare rezervor suspensie	0	1	1	0	1	1	0
VIII	Evacuare (susp. sau apă spălare)	0	0	0	1	0	0	1

Fig. 12 Schema funcțională a instalației de laborator pentru cercetări asupra separării centrifugale a lichidelor de spălare și răcire.
1 — rezervor de suspensie ; 2 — separator centrifugal SECEL 4 (modificat) ; 3 — rezervor de lichid curat ; 4 — electropompă ; 5 — debitmetru (rotametru) 6 — cuvă de nămol ; — în tabel : 1 deschis ; 0 închis.

Pentru domeniul separării centrifugale — cazul suspensiilor de particule foarte fine, care nu s-au putut separa prin alte metode — experimentările s-au făcut pe o instalație de laborator cuprinzînd ca element principal un se-

— granulometria particulelor de fază solidă rămase în lichidul tratat (analiza calitativă).

În vederea determinării timpului de lucru optim, s-au făcut măsurări ale presiunii la alimentare la debit constant, ținînd seama că

pe măsura desfășurării operației de separare cantitatea de sediment depus influențează parametrii hidrodinamici ai separatorului.

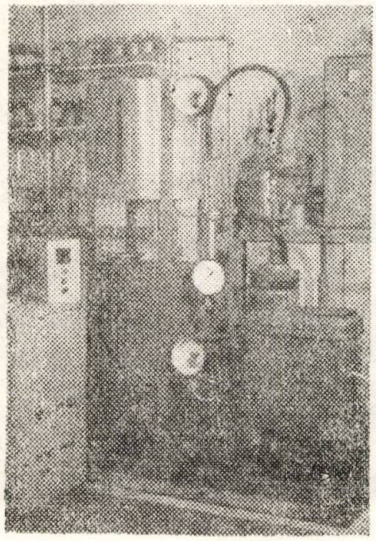


Fig. 13 Vederea de ansamblu a instalație de laborator pentru separare centrifugală, ICTCM.

Curbele ridicate în diagrama din figura 14 reprezintă variația în timp a valorilor măsurate pentru presiune și cantitatea de sediment. Din examinarea acestor curbe, se vede că există o valoare a cantității de sediment, peste care acesta nu mai crește în mod esențial, oricît s-ar mări presiunea la alimentare ; această

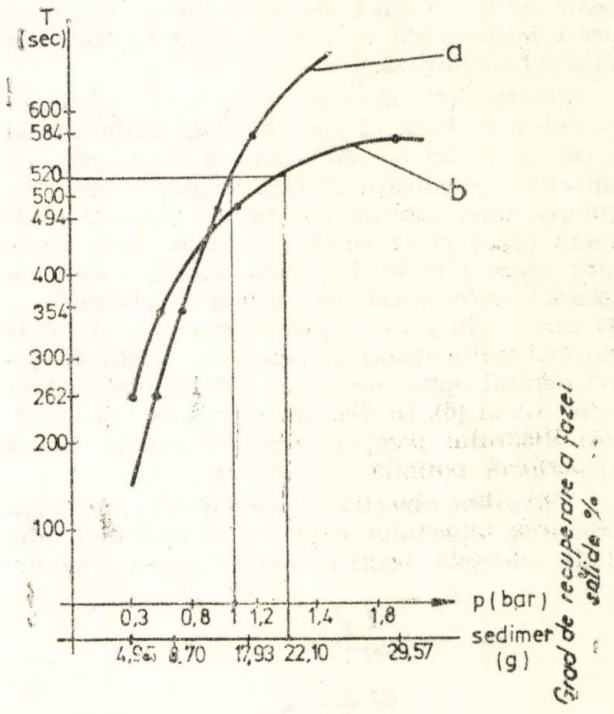


Fig. 14 Curba de variație în timp a presiunii la alimentare și a cantității de sediment, ridicată experimental.
a — presiunea ; b — cantitatea de sediment.

Rezultate experimentale obținute la separarea centrifugală a unor suspensii industriale [7]

Tabelul 2

PROBA	Natura suspensiei		Concentrația în fază solidă [%]	
	faza lichidă	faza solidă	la alim.	la evac.
Ape acide și alacaline	Apă dedurizată Hidroxid de Na Silicat de Na Fosfat trisodic	Precipitate din soluție Particule de praf și produse secundare de reacție	1,034	16,572
Ape cianurice	Apă dedurizată Hidroxid de Na Cianură de Na Agenți de luciu	Precipitate din solvent Particule de praf și produse secundare de reacție	6,570	24,220
Soluție de spălare anorganică	Apă industrială Detergent tip R (10%) și RA (5%)	Microparticule de șpan antrenate în suspensie de răcire, oxizi, praf	0,610	2,962
Emulsie de la mașini de rectificat	Apă industrială Emulsie de rectificare tip 1076 (2%)	Microparticule de șpan metalic, abraziv de la sculele de rectificat	0,338	4,967
Emulsie de la lustruire	Apă industrială Ulei emulsionabil PE 1 tip A Agenți antioxidanți	Microparticule metalice Praf abraziv antrenat din pasta de lustruit	0,152	1,620

valoare recomandă un timp otim al separării de cca. 8 ... 10 min., timp peste care separarea scade în eficacitate, fiind necesară evacuarea sedimentului. Cantitatea de sediment depus în acest interval de timp reprezintă 91,4% din faza solidă inițială.

Pentru determinarea celui de-al doilea parametru de bază al funcționării, debitul, s-au făcut măsurări ale acestuia, la suspensii cu diferite concentrații în fază solidă, pentru obținerea unei canități constante date de sediment (g_{sed}), la presiune constantă. Rezultatele sînt prezentate în diagrama din figura 15. Se găsește astfel o valoare optimă a debitului, de la care — în jos — concentrația în fază solidă nu mai influențează procesul. S-a verificat astfel debitul optim de circa 100 l/h, determinat prin calcul (6). In diagramă s-a trasat și valoarea debitului pompei pentru a marca limita superioară posibilă a variației.

Un ultim obiectiv al cercetării a fost examinarea aspectului calitativ al operației. Metoda adoptată pentru determinarea gradului

obținute la microscopul electronic cu baleiaj, utilizînd eșantioane din probele făcute pentru

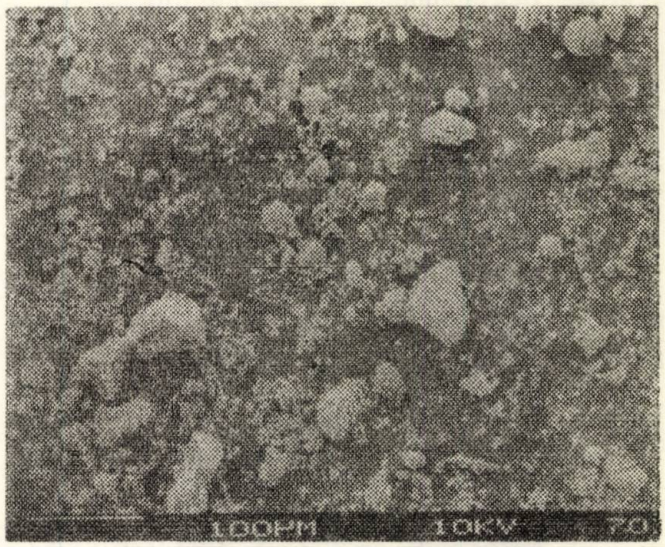


Fig. 17 Structura fazei solide rămase în suspensie după centrifugare.

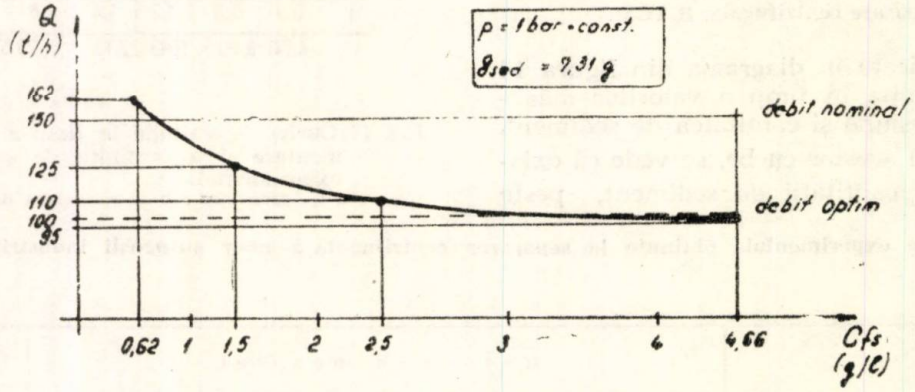


Fig. 15 Curba de variație a debitului cu concentrația suspensiei, ridicată experimental.

de finețe al particulelor de fază solidă separată a fost măsurarea directă, pe microfotografii

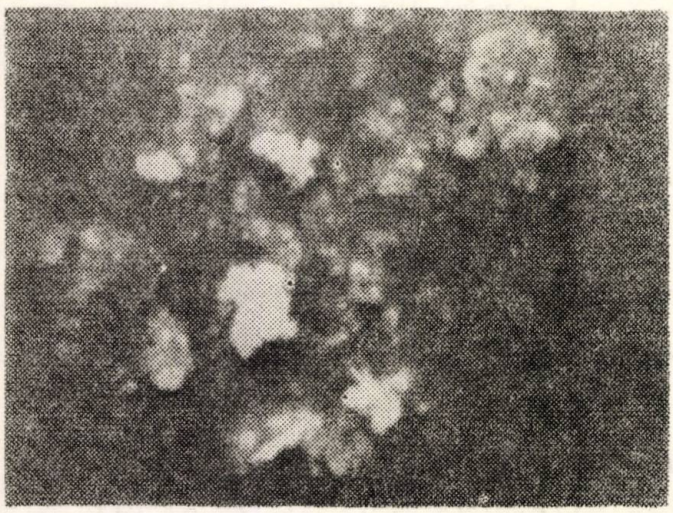


Fig. 16 Structura fazei solide din suspensia brută.

suspensii de diferite concentrații. Eșantioanele au fost în prealabil filtrate, spălate cu solvenți organici pentru îndepărtarea urmelor de emulsie și calcinate. Prepararea pentru microfotografiere s-au făcut prin înglobarea particulelor într-o rășină specială.

Clișeele prezentate în figurile 16 și 17 redau imaginea fazei solide a suspensiei, înainte, respectiv după separare. Mărirea totală este de 10.000 X, scala de referință fiind inclusă în microfotografii.

S-au examinat particulele fotografiate, din punct de vedere al mărimii caracteristice și al formei, utilizînd relații curente de granulometrie și anume [6].

— pentru măsurarea mărimii particulelor, s-a determinat diametrul echivalent (diametrul Feret) prin calculul mediei aritmetice între dimensiunea maximă și minimă. Valoarea medie statistică s-a determinat prin măsurarea unui

număr de 12 particule. Diametrul statistic astfel măsurat se situează în limitele :

$$x_{Fe} = 0{,}2 \ldots 0{,}5 \ \mu m$$

— pentru aprecierea formei, s-a ales scara Rittenhouse de sfericitate. Relația de calcul este cea propusă de Riley și exprimată prin raportul între diametrul cercului de arie egală cu aria proiecției particulei și diametrul cercului circumscris proiecției particulei. Rezultatele obținute prin măsurări pe 12 particule diferite dau valori cuprinse în limitele :

$$R_y = 0{,}75 \ldots 0{,}99$$

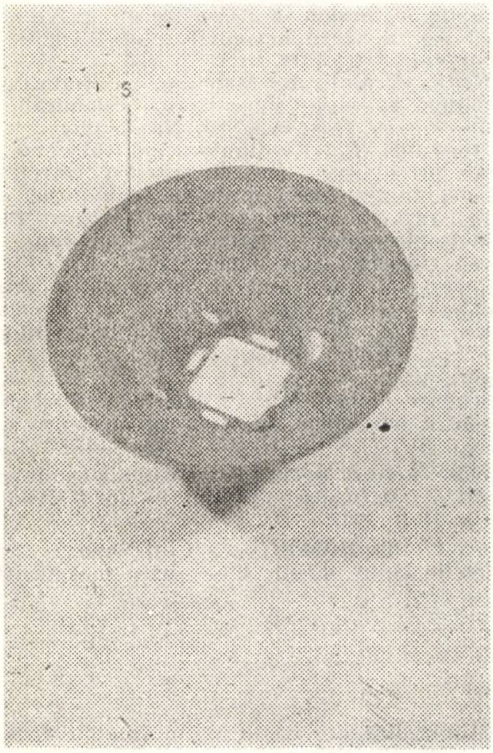


Fig. 18 Taler de separator cu traiectoriile particulelor (s) materializate prin uscarea sedimentului rezidual.

Aspectul general al sedimentului obținut este de mîl foarte fin, de culoarea oxidului de fier. Fotografia din figura 18, făcută pe un taler din zona de mijloc a pachetului arată urmele traiectoriilor parcurse de particule ; acestea au formă rectilinie și sînt orientate radial. Forma traiectoriilor diferă de evolventa caracteristică, cunoscută în practica separării centrifugale, datorită turației rotorului care depășește valoarea strict necesară pentru separare, deoarece s-a urmărit o antrenare cît mai completă a celor mai mici particule posibil de deplasat.

Concluzii

Din analiza ansamblului de date obținute în urma experimentărilor prezentate în cele ce preced, se conturează următoarele concluzii :

1. Procedeul separării centrifugale este superior calitativ metodelor de filtrare statică, în cazul suspensiilor foarte fine. Această superioritate este evidențiată prin indicele volumic de separare (*SVI*) și prin gradul de recuperare a fazei solide.

2. Utilizarea separării centrifugale este mai eficientă economic față de alte sisteme de suprafiltrare, prin consumul redus de materiale deficitare, energie și întreținere, în medie cu cca 30%. Aceste criterii de comparație se regăsesc principial în tabelul 3, care reproduce o paralelă între centrifuge și filtre-presă utilizate în sistemele actuale de tratare a suspensiilor, la nivel european [4].

Paralelă între sistemele centrifugal și static existente în exploatare [4]

Tabelul 3

CRITERII	PROCEDEU	
	CENTRIFUGE	PRESE — FILTRU
Funcționare	Posibilă funcționarea continuă	Funcționare intermitentă în șarje
Masa mașinii	Mică	Mare
Suprafața utilă ocupată	Mică	Mare
Condiții de sedimentare	Fără sau cu cantități mici de floculanți organici	Ca agenți organici de filtrare (oxid de calciu sulfat de fier) în cantități relativ mari
Costul exploatării	Mic	Mare
Conținut de fază solidă obtenabil	15 ... 25 %	35 ... 45 %
Consum specific de energie	0,7 ...2,5 kWh/m³ sediment	1 ... 3,6 kWh/m³ sediment

3. Instalațiile de tratare a lichidelor tehnologice prin procedeul considerat pot fi echipate cu separatoare centrifugale din fabricația curentă, prin extinderea domeniului de aplicare; adaptarea este posibilă prin reproiectarea unor subansambluri specifice, urmărindu-se în principal: asigurarea presiunii constante la alimentare, adoptarea unui sistem simplu de evacuare continuă a sedimentului, reducerea turației la limitele rezultate din calculul hidraulic pentru debitul dat [7].

4. Experimentările au pus în evidență flexibilitatea în funcționare a separatorului centrifugal, prin posibilitățile de adaptare, relativ ușoară, la diferite tipuri de suspensii (prin varierea turației, a numărului de talere, a razei interioare, a debitului, presiunii, timpului de retenție); concluzia este confirmată de rezultatele măsurărilor, care stabilesc independența, între anumite limite, între concentrația inițială și finală a suspensiei, aceasta depinzînd în primul rînd de performanțele funcționale ale mașinii. De asemeni se remarcă ușurința de a fi adaptat într-un program automat.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Albertson, O., Vaughn, D.:* Handling of solid wastes — în Chemical Engineering Progress, vol. 67, Nr. 9, 1971.

[2] *Dahlheimer, H.:* Praktische Erfahrungen beim Separieren von alkalischen wässringen Lösungen — în Galvanotechnik, Heft 7, 1982.

[3] x x x: DEMAG — Späne-waschanlagen, system Ellerwerk — prospect comercial 1978.

[4] x x x: Economic Commision for Europe: Engineering Equipment for Waste-Water Management int ECE Countries — 1984.

[5] *Frampton, G.:* High-speed centrifuges — în Chemical and Process Engineering, Nr. 11, 1965.

[6] *Ene, Gh.:* Determinări ale mărimilor caracteristice în granulometrie — ref doctorat I.P.B., 1984.

[7] *Hristescu, S., Simion, A., Petrea, D.:* Experimentări de laborator pe filtrul centrifugal — I.C.T.C.M. București, 1986.

[8] *Iatan, R., Stoian, E.:* Considerații privind capacitatea de lucru a centrifugelor filtrante — în Buletin I.P.B., 1978.

[9] *Keith, F., Moll, R.:* Matching a dewatering centrifuge to waste sluge — în Chemical Engineering Progress, vol. 67, Nr. 9, 1971.

[10] *Monostori, E.:* Kontinuierliche Abtrennung des Niederschlages aus chemischen Oberflächenbehandlungsbädern mittels Zentrifugen — în 18 Diskussionstagung „Mechanische Flüssigkeitsabtrennung", Technische Hohschule Otto von Guericke Magdeburg, 1981.

[11] *Renert, M.:* Calculul și concentrația utilajului chimic — vol. 2 Ed. Didactică și Pedagogică,

[12] *Renert, M., Oprișan, Gh.:* Fiabilitatea utilajelor și instalațiilor industriei chimice — Ed. Tehnică, 1980.

[13] *Schnurrnberger, W.:* Centrifuge Escher-Wyss pentru tehnologia de separare mecanică — ref. exp. SULZER-ESCHER WYSS, 1979.

[14] *Schwicking-Schulze, T.:* Waschlaugenreinigung mit Zentrifugalseparatoren — în Galvanotechnik, Heft, 1982.

[15] x x x: TEHNOFRIG — Cluj-Napoca: Separator de lapte SECEL 4 — cartea mașinii, 1980.

DOCUMENTARE

MICROFIBRELE — ELEMENT DE BAZĂ PENTRU SISTEMELE MODERNE DE FILTRARE A AERULUI COMPRIMAT

Perfecționările aduse continuu în tehnica preparării aerului comprimat stimulează cercetările pentru dezvoltarea unor filtre performante; sistemul care s-a afirmat în prezent în noile unități tehnologice din domeniu se bazează pe utilizarea țesăturii tridimensionale de microfibre.

Acest sistem realizează reținerea în masa filtrantă, a particulelor solide sau lichide (ulei, apă, condensuri agresive) care constituie deseori cauza defecțiunilor unor utilaje sau chiar a unor stopări de flux tehnologic. Dintre domeniile neindustriale de utilizare, cel medical oferă, de asemenea, un larg cîmp de aplicare a microfibrelor, prin ridicarea nivelului calitativ al filtrării aerului sterilizat.

În articol sînt prezentate date legate de prepararea aerului cu ajutorul noii generații de filtre.

Există în aerul care străbate sistemele pneumatice o serie de particule, contaminate din punct de vedere tehnologic sau instrumental, care nu pot fi îndepărtate eficient prin metode „tradiționale" de tipul cartușelor sinterizate sau chiar al centrifugării.

Este vorba de cele peste 140 milioane particule de fum ce se găsesc în metrul cub de aer industrial, de vaporii de apă în proporție medie de 50 ... 80% sub formă de ceață ale cărei particule au dimensiuni de 0,01 ... 50 μm, de particule ultrafine de uleiuri oxidate în prezența oxigenului atmosferic și a temperaturilor ridicate, de particule submicronice provenite din eroziunea segmenților de pistoane pneumatice și altele care, printr-o serie de procese de atomizare dintre cele mai fine, pot fi convenite în aerosoli.

Materialele de filtrare utilizate în mod obișnuit tind să rețină contaminanții la nivelul suprafeței filtrante. Dezvoltările recente, promovate de firma engleză ULTRAFILTER Ltd., recomandă utilizarea unor cartușe de filtrare constituite din țesătură de microfiltre, a căror caracteristică esențială este aceea că operează pe principiul filtrării „în adîncime". În aceste materiale, particulele contaminate sînt reținute pe toată grosimea mediului filtrant, iar eficiența operației nu se mai măsoară prin aria suprafeței de filtrare, ci prin capacitatea totală de încărcare a materialului.

Astfel, în timp ce obișnuitele fibre de acrylat liate formează structuri relativ mari, cu reducerea capacității de filtrare țesătura de microfibre fabricată de ULTRAFILTER, și cunoscută sub numele de „ULTRAIR MEDIUM", nu este liată și atinge același grad de retenție ca și o structură poroasă.

Această țesătură de microfibre, mai subțire de 0,5 mm, este montată în sistem „sandwich", cu rețele de prefiltrare formînd un mediu cu două stadii de filtrare. Sînt reținute particule lichide și solide cu dimensiuni sub 0,01 μm; în ceea ce privește particulele lichide, acestea după ce sînt reținute între fibre formează picături care se acumulează în partea inferioară a elementului, de unde pot fi deversate automat.

Montajul noului filtru poate fi examinat în figura 1, iar soluția constructivă de execuție în figurile 2, 3. Elementele active amintite (C, D) sînt asamblate în straturile — suport din rețea de oțel inoxidabil, ansamblul fiind capsulat cu ajutorul unei carcase, etanșate cu rășini epoxidice.

Principalele performanțe ale noilor filtre ULTRAFILTER sînt:

— o viață operațională lungă. Dacă nu sînt saturate cu ulei sau apă, elementele cu microfibre pot atinge ușor 6000—10.000 ore de funcționare, bineîn-

țeles în funcție de gradul de contaminare cu particule solide. Aceasta duce la construcții de elemente filtrante care oferă posibilitatea măririi debitului, la presiuni diferențiale scăzute, filtrele avînd dimensiuni relativ mici față de capacitatea lor de lucru.

— **filtrele construite din microfibre pot fi curățate în ambele direcții cu diferite soluții,** suportînd chiar curățarea cu vapori la 200°C, astfel că, după circa 100 sterilizări, performanțele rămîn în limitele acceptabile.

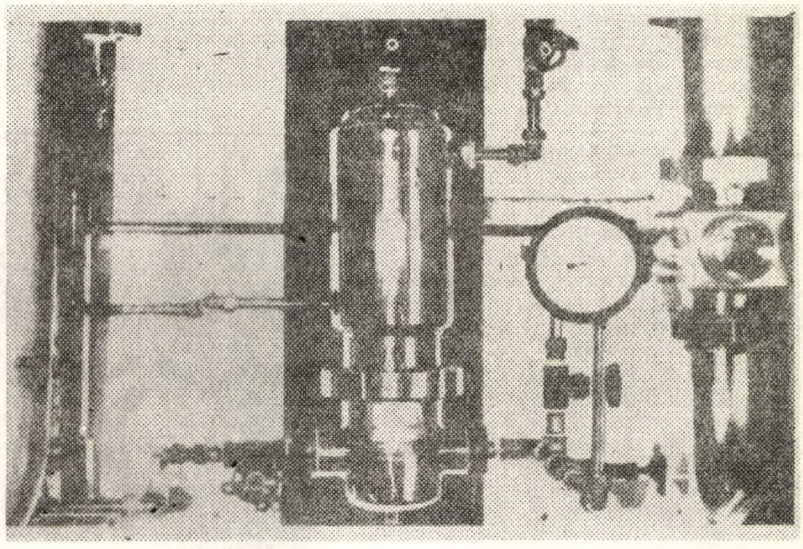


Fig. 1 Noul filtru. Vedere generală în stare montată.

Performanța devine posibilă prin aceea că cea mai, mare parte a particulelor sînt reținute în țesătura

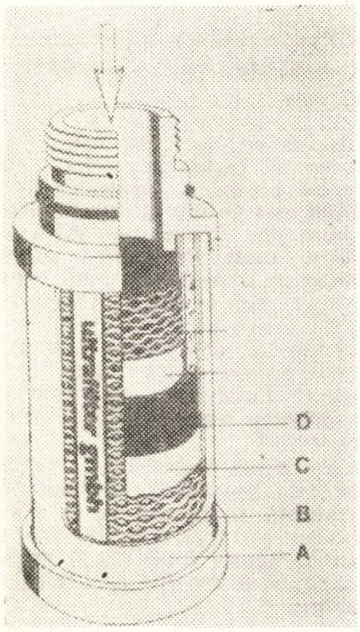


Fig. 2 Componența unei construcții „sandwich".

suport de prefiltrare (C, în fig. 2, 3), rămînind pentru mediul filtrant tridimensional „finisarea" operației pînă la eficiența maximă. Se ajunge astfel la un grad de reținere superior valorii 99,9999% pentru particule pînă la 0,01 μm ;

— **îndepărtarea completă a microorganismelor.** În unitățile de filtrare sterilă s-a reușit reținerea a 100% din microorganismele de tipul bacteriilor. Și aici, particulele cu dimensiuni sub 1 μm, sînt reținute în zona de pefiltrare, în profunzimea mediului filtrant rămînînd particulele de mare finețe pînă la 0,01 μm ;

Performanțele amintite duc la utilizarea, în prezent pe scară crescîndă, a elementelor filtrante cu microfibre, în cele mai diverse domenii ale utilizării tehnologice a aerului comprimat.

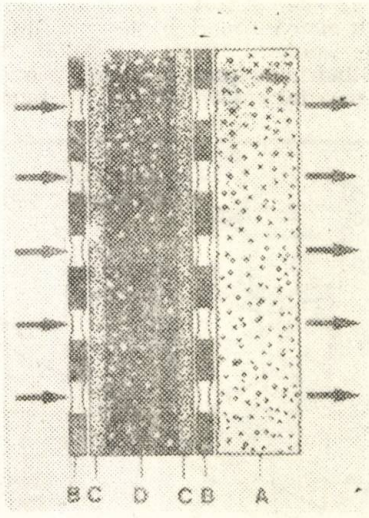


Fig. 3 Țesătura suport de prefiltre.
A — manșon din material plastic expandat ; B — suport din rețea de oțel inoxidabil ; C — strat de pre-filtrare ; D — țesătură filtrantă din microfibre.

În contextul exigențelor mereu crescînde ale tehnicii aerului comprimat, în domenii industriale din ce în ce mai diverse, preocupările pentru realizarea unor sisteme de filtrare perfecționate ocupă un loc important în activitatea de cercetare a institutelor de specialitate și a întreprinderilor utilizatoare, constituind și în viitor un cîmp deschis pentru dezvoltare.

Dipl. ing. Ulrich Verhoefen
Prelucrare : ing. Constantin Hristescu

DURIFICAREA CU LASER A CANALELOR DE SEGMENȚI DIN PISTON

În ultimul timp, utilizarea mai intensă a combustibililor grei pentru motoare navale, cu un grad mare de impurități, a fost pricina unei uzuri anormale și accelerate a segmenților și a canalelor respective din piston. Pentru a se preîntîmpina acest fenomen, firma YANMAR a inițiat un program de cercetări și de dezvoltare a sistemelor de durificare cu laser, elaborînd cu succes o tehnologie de durificare a canalelor de segmenți, cu ajutorul laserului CO_2.

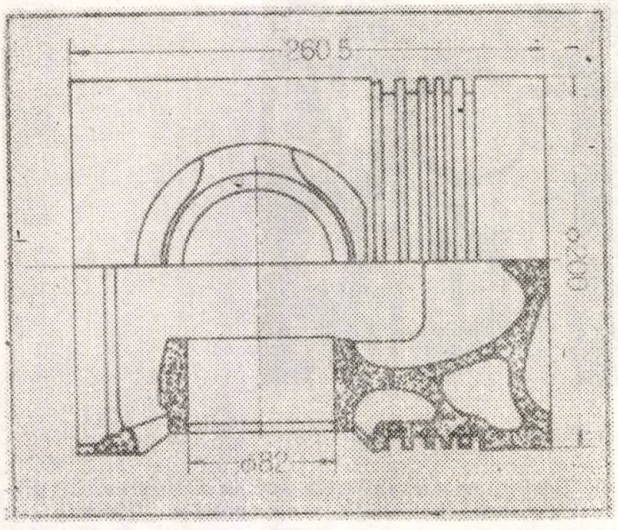


Fig. 1 Pistonul YANMAR.

Acest procedeu a fost aplicat în producția de masă pentru motoare mari și medii, în ultimul an, inclusiv petru motorul Diesel YANMAR M 200, motor cu 6 cilindri, de turație medie, pentru gama de puteri cuprinsă între 450—670 kW, cu putere maximă

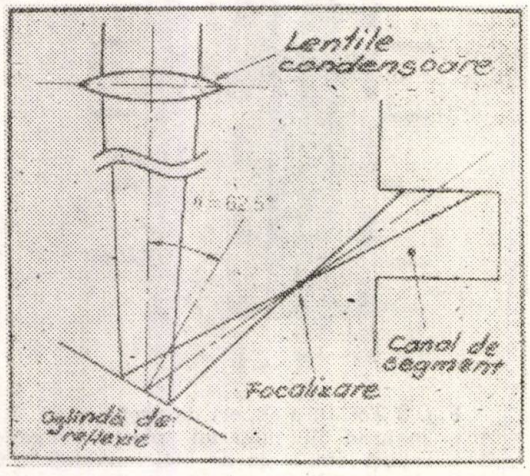


Fig. 2 Schema de acționare a fasciculul laser pe suprafața canalului de segment.

de 720 KW la 1000 rot/min, pistonul avînd diametrul exterior de 200 mm (fig. 1). Pistoanele acestui tip de motor sînt executate din fontă cu grafit nodular, ușoară, pentru locașuri de segmenți care sînt foarte înguste, de numai 4,5 mm. Durificarea convențională (prin inducție) ar fi dificilă în această zonă, căci ar trebui să intre în acele canale înguste atît conductorul de încălzire cît și aducțiunea apei de răcire. De asemenea, cantitatea importantă de căldură degajată în decursul acestui procedeu convențional ar fi produs deformații termice apreciabile și, în consecință, s-ar fi impus, după durificare, o strunjire de finisare asupra suprafeței durificate.

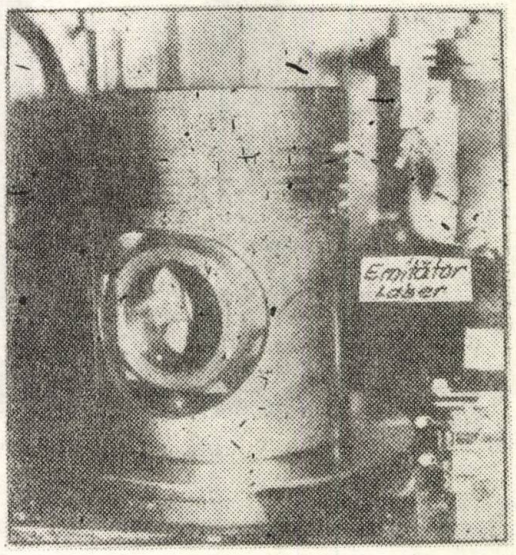


Fig. 3 Dispozitiv de așezare a pistonului în decursul operației de durificare a suprafețelor canalelor de segmenți.

Cu durificarea cu laser, fasciculul laser poate pătrunde în canalul îngust provocînd deformații minime. Prin acest procedeu, încălzirea locală din regiunea canalului este de scurtă durată și se realizează în mod obișnuit, pe o adîncime de 0,15—0,25 mm, ceea ce depășește limita de uzură a suprafeței superioare și inferioare a primelor două canale de segmenți, care, după cum se știe, sînt supuse uzurii maxime.

Fasciculul laser posedă putere maximă de 1,2 KW și se aplică sub un unghi determinat în canalul de segmenți (fig. 2). Fasciculul este ușor nefocalizat, pentru a se obține o zonă durificată de circa 5 mm, într-o singură trecere

Pentru a se obține o absorbție maximă a emisiei laser pe suprafața prevăzută, pistonul cu suprafața exterioară grafitată se așează pe o masă rotativă, care execută o rotire completă în decursul celor 40 sec. ale procesului de emisie laser (fig.3). În felul acesta, se obține o duritate de 800 HV pe adîncimea necesară de 0,15 . . . 0,25 mm.

Firma YANMAR intenționează să extindă utilizarea acestei tehnologii și la alte elemente componente ale motorului, ca de exemplu : cilindri, arbori cotiți, scaunele supapelor din chiulasă.

Din „DIESEL $ GAS TURBINE WORLWIDE"
Decembrie, 1986
Prelucrat : dr. ing. Gabriela Crișan

INSTITUTUL DE CERCETARE STIINTIFICA
INGINERIE TEHNOLOGICA SI PROIECTARE
PENTRU SECTOARE CALDE SI METALURGIE

TECHNOLOGICAL INSTITUTE FOR HOT PROCESSES

Şos.Oltenitei nr. 105 79670 Bucuresti ROMANIA
Telefon 83 21 70 Telex 11907/c17 CALDE B

TURNAREA METALELOR — METAL CASTING
DEFORMARE PLASTICA LA CALD — HOT METAL FORMING
TRATAMENTE TERMICE ŞI TERMOCHIMICE — HEAT AND THERMOCHEMICAL TREATMENT

Institutul elaboreaza la cerere tehnologii, know – how, asistenţa tehnica, expertize, studii, proiecte pentru utilaje, S D V-uri, instalaţii, linii complexe, secţii şi unitaţi industriale pentru domeniul sectoarelor calde.

Prin atelierele de producţie poate livra piese turnate, forjate şi tratate termic în serii mici şi unicate, precum şi materiale auxiliare pentru turnatorii.

The institute elaborates at request technologies, know-how, technical assistance, expert appraisements, studies, designs for equipment, T F G-s, installations, complex lines, shops and industrial units for the hot processing field.

Trough its workshops, it is in position to supply castings, forgings and heat treated items in short series or one off, as also auxiliary materials for foundries.

INSTITUTUL DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI INGINERIE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI — BUCUREȘTI își desfășoară activitatea pe 5 direcții principale :

- Cercetarea de procese tehnologice noi în cadrul laboratoarelor special amenajate, în vederea experimentării și optimizării procedeelor, regimurilor sau rețetelor tehnologice ;
- Elaborarea de tehnologii integrate și sisteme complexe de fabricație pentru aplicarea tehnologiilor noi cercetate în condițiile concrete ale întreprinderilor, inclusiv proiectarea utilajelor tehnologice, mașinilor speciale, a dispozitivelor și sculelor ;
- Cercetarea, proiectarea, execuția și omologarea unor utilaje tehnologice sau mecanisme de interes general care se asimilează în fabricația de serie de către uzinele specializate din industria construcțiilor de mașini ;
- Execuția în atelierele proprii a modelelor experimentale cercetate sau a echipamentelor tehnologice proiectate în cadrul institutului ;
- Asistența tehnică și furnizarea de know-how pentru implementarea în industrie a lucrărilor finalizate de institut. Instruirea personalului de deservire a echipamentelor proiectate și furnizate.

Institutul, prin specialiștii săi de înaltă calificare, are posibilitatea abordării simultane a tuturor aspectelor unei probleme, precum și a desfășurării succesive și neîntrerupte a tuturor fazelor de studiu, cercetare, experimentare, proiectare, execuție, omologare și asistență tehnică la beneficiar, pînă la atingerea în producție a parametrilor proiectați.
Rezolvarea integrată a lucrărilor complexe solicitate institutului este posibilă datorită existenței în cadrul acestuia a :

- celor mai importante specialități tehnologice din domeniul construcțiilor de mașini : prelucrări mecanice și neconvenționale, pregătirea suprafețelor, acoperiri galvanice și prin vopsire, montaj și manipulare automată, control de calitate etc. ;
- capacităților de cercetare și experimentare în laboratoare proprii competente și bine utilate cu aparatură modernă și standuri de probă specializate ;
- posibilităților de proiectare asistată de calculator în centrul de calcul propriu pe baza programelor elaborate în institut ;
- unor specialiști în acționări electrice, hidraulice, pneumatice, precum și în domeniul electronicii industriale ;
- atelierelor de execuție moderne, bine utilate, a atelierelor de montaj și finisare.

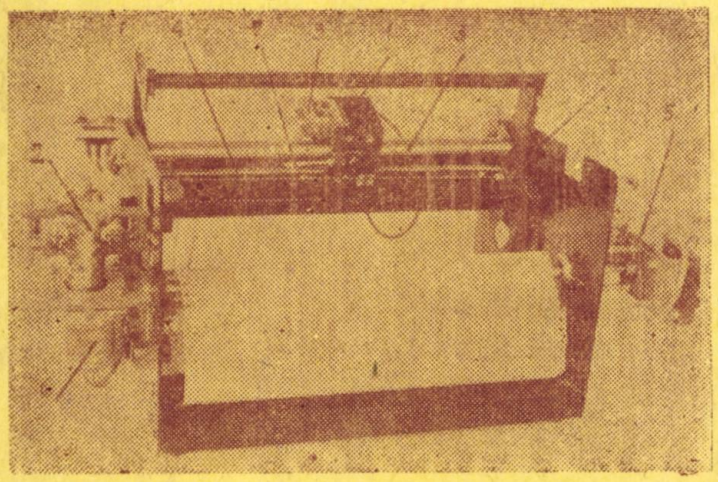
MECHANICAL ENGINEERING AND RESEARCH INSTITUTE
Șos. Olteniței nr. 103, sector 4 • 75.651 — București, ROMÂNIA
Phone : 342045 — 343850 • Telex : c 56 ictcm r

1988 APR 28

E3279 04 GSE

- **MECANICĂ FINĂ**
- **Echipamente pentru prelucrarea datelor**
- **Roboţi industriali**

R 1987 DEC 11 Referálva



9

CONSTRUCTIA DE MASINI

BUCUREŞTI ■ XXXIX ■ SEPTEMBRIE ■ 1987

OBSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1983

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXIX, 9, septembrie, 1987

CUPRINS

MECANICĂ FINĂ

Elemente constructive de mecanică fină

DEMIAN, T. :
PASCU, A. : **Un nou tip de cuplaj elastic, cu canal elicoidal, pentru mecanică fină** 415

DUMITRESCU, N. : **Considerații privind proiectarea ghidajelor de alunecare cu profil trapezoidal pentru microscoape biologice** 417

MICU, C.A.,
CURIȚA, I. : **Asupra unor aspecte ale contactului punctiform la rulmenții radiali cu bile** 426

PURI, G.,
POMMERSHEIM, A.,
PAU, V. : **Separarea excentricității alezajului roții dințate față de centrul geometric al danturii, în urma determinării variației distanței de măsurat dintre axe, la roți dințate de mecanică fină realizate din materiale plastice** * 431

RAICU, A.,
TOMESCU, D. : **Simularea funcționării mecanismelor** 434

TOTU, A. : **Studiul cinematicii mecanismului tip cruce de Malta** * 436

Echipamente pentru prelucrarea datelor

DEMIAN, T.,
NIȚU, C.,
SELEVET, V. : **Probleme ale construcției și comportării dinamice a capetelor de imprimare matriciale cu ace** 442

TURBATU, GH.,
TUDOR, B.,
NIȚU, C.,
POPA, GABRIELA : **Aspecte constructive și funcționale în proiectarea unui plotter cu masa plană** 448

TUDOR, D. : **Optimizarea acționărilor cu motoare pas cu pas electrice** 451

GRECU, E.,
ENESCU, N.,
PIRPILIU, M. : **Plotter multicreion cu tambur pentru formate mici** 455

Roboți industriali

DEMIAN, T.,
PANAITOPOL, H., **Determinarea experimentală a parametrilor cinetostatici ai unei mîini mecanice cu mecanism cremalieră sector dințat** 459

BALAURE, E. : **Structura și aplicațiile unui nou robot adaptiv** * 462

SERIAL : Creativitate și eficiență în proiectarea modernă a dispozitivelor pentru mașini-unelte

BRĂGARU, A. : **Arhitectura piesei semifabricate, la prelucrarea în dispozitive pe mașini unelte** * 468

* Toate materialele au participat la COMEFIN-2, cu excepția celor notate cu asterisc

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonator științific : dr. ing. Valeriu Banu

SUMARE

CZ : 621.825.7

Demian, T., Pascu, A. : **Un nou tip de cuplaj elastic cu canal elicoidal, pentru mecanică fină**

Lucrarea prezintă aspectele constructive şi de calcul legate de un cuplaj tubular cu canal elicoidal, pentru mecanică fină. Relaţiile de calcul permit determinarea rigidităţii flexionale şi torsionale precum şi solicitările din materiale funcţie de parametrii geometrici şi de material.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 2 fig., 4 tab., 2 ref. bibl.

CZ : 621-231 ; 531.713

Dumitrescu, N. : **Proiectarea ghidajelor de alunecare cu profil trapezoidal pentru microscoape biologice**

Lucrarea cuprinde o analiză a erorilor posibile, a condiţiilor de autoblocare şi de asemenea, calculul forţelor de acţionare pentru ghidaje de alunecare trapezoidale verticale. Se fac recomandări privind calculul toleranţelor, stabilirea condiţiilor tehnice de execuţie, alegerea materialelor.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 5 fig., 3 tab., 3 ref. bibl.

CZ : 621.822.71

Micu, C.A., Curiţa, I. : **Asupra unor aspecte ale contactului punctiform la rulmenţii radiali cu bile**

În lucrare se expune o metodă de calcul a capacităţii de încărcare dinamice de bază a rulmenţilor ţinîndu-se seama de faptul că, durabilitatea acestora este limitată în general din cauza fenomenului oboselii materialelor structurilor superficiale a elementelor în contact. Este considerată în special influenţa tensiunilor produse în cazul contactului de rostogolire cu alunecare.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 3 fig., 9 ref. bibl.

CZ : 621.833

Puri, G., Pommersheim, A., Pau, V. : **Separarea excentricităţii alezajului roţii dinţate faţă de centrul geometric al danturii, în urma determinării variaţiei distanţei de măsurat dintre axe, la roţi dinţate de mecanică fină realizate din materiale plastice**

În lucrare este prezentată o metodă practică şi rapidă de separare a excentricităţii unei roţi dinţate faţă de înregistrările obţinute la măsurarea variaţiei distanţei de măsurat dintre axe, aplicate experimental la roţile dinţate de mecanică fină, realizate din materiale plastice. Metoda permite luarea unor decizii de îmbunătăţire a calităţii sau preciziei de fabricaţie, în special în cadrul roţilor dinţate de mecanică fină cu modul $m<1$ mm, pentru care standardele noastre nu stabilesc toleranţe. Se poate aplica de asemenea şi la determinarea bătăii radiale a roţilor dinţate, la care se cere separată influenţa excentricităţii alezajului.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 3 fig., 1 ref. bibl.

CZ : 621-231

Raicu, A., Tomescu, D. : **Simularea funcţionării mecanismelor**

Calculul automat, mai operativ şi mai precis decît metodele grafice, permite vizualizarea rezultatelor prin diagrame, scheme etc., fapt important, deoarece — în funcţionare — mecanismul reprezintă un desen animat. Soluţia optimă se obţine în minimum de timp şi la un preţ de cost mult redus în comparaţie cu metodele clasice. Adoptarea soluţiilor nu prezintă riscuri majore în faza de concepţie, experimentare şi exploatare. Extinderea simulării la mecanisme clasice sau speciale, utilizate deja va conduce la îmbunătăţirea unor indicatori tehnici cum sînt masa, gabaritul, consumul de energie pentru acţionare etc.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 3 fig., 3 ref. bibl.

CZ : 621-231

Totu, A. : **Studiul cinematicii mecanismului tip cruce de Malta**

După evidenţierea grafică a variaţiei parametrilor cinematici, în funcţie de constanta mecanismului (K), se oferă căi — justificate matematic — de îmbunătăţire a cinematicii mecanismului.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 6 fig., 1 tab.

CZ : 681.31

Demian, T., Niţu, C., Selevet, V. : **Probleme ale construcţiei şi comportării dinamice a capatelor de imprimare matriciale cu ace**

În lucrare sînt prezentate aspecte constructive şi de calcul, utile în proiectarea capetelor matriciale de imprimare, cum ar fi : calculul acţionării electromagnetice, determinarea timpului de zbor al acului, poziţiile optime ale ghidajelor.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 6 fig., 3 ref. bibl.

CZ : 681.31

Turbatu, Gh., Tudor, B., Niţu, C., Popa, Gabriela : **Aspecte constructive şi funcţionale în proiectarea unui plotter cu masă plană**

În lucrare sînt prezentate principalele caracteristici constructive şi funcţionale ale unui nou plotter cu masă plană, precum şi unele probleme ale proiectării şi calculului dinamic al acestuia.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 5 fig., 2 ref. bibl.

CZ : 621.313.13

Tudor, D. **Optimizarea acţionărilor cu motoare pas cu pas electrice**

În lucrare se consideră problema optimizării acţionării MPP prin reducerea influenţei forţelor de inerţie la accelerarea şi decelerarea motoarelor. Reducerea influenţei forţelor de inerţie obţinute prin creşterea în trepte o frecvenţă de comandă a motorului, se limitează din motive economice şi de productivitate.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 6 fig., 3 ref. bibl.

CZ : 621.31

Grecu, E., Enescu, N., Pirpiliu, M. : **Plotter multicreion cu tambur pentru formate mici**

Lucrarea prezintă construcţia căruciorului de la un plotter multicreion cu tambur pentru formate mici, realizat în cadrul Catedrei de mecanică fină de la Institutul Politehnic Bucureşti. Se propune un model matematic al căruciorului prin care se simulează comportarea la vibraţii a ansamblului cărucior în vederea stabilirii soluţiei optime de formă a acestuia precum şi a soluţiilor de sprijinire pe ghidaje.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 6 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 621.865.8

Demian, T., Panaitopol, H. : **Determinarea experimentală a parametrilor cinetostici ai unei mîini mecanice cu mecanism cremalieră sector dinţat**

Lucrarea sintetizează modul de comportare, din punct de vedere cinetostatic, al unei mîini mecanice cu mecanism cremalieră sector dinţat şi compararea curbelor teoretice ale parametrilor studiaţi cu valorile experimentale.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 8 fig., 4 ref. bibl.

CONTENTS

DC : 621.825.7

Demian, T., Pascu, A. : **A new tiype of flexible coupling for fine mechanics**

The papar presents the designing and computation aspects related to a helical flexible coupling for fine mechanics. The computation relations allow for determining the stiffness to bending and torsion as well as the strains in the materials function of the geometrical parametres and the material.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 2 figs., 4 tabs., 2 refs.

DC : 621-231 : 531.713

Dumitrescu, N. : **Design of slideways with trapeze-type profile for biological microscopes**

The paper contains an analysis of the possible errors, the self-locking conditions and at the same time the computation of the dricing forces for vertical trapeze-type slideways. Recommendations are given related to the computation of tolerances, the determination of the technical manufacturing conditions and the selection of materials.

Construcţia de maşini, 39 (1987) no. 9, 5 figs., 3 tabs., 3 refs.

DC : 621.822.71

Micu, C.A., Curiţa, I. : **Some aspects of the point contact with radial ball bearings**

The papar presents a method of computation of the basic dynamic loading capacity of the bearings. The fact is considered that their operating life is restricted by the phenomenon of fatique of the superficial layers of the elements in contact. The influence of the stresses induced by the rolling-sliding contact is taken into consideration.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 3 figs., 9 refs.

DC : 621.833

Puri, G., Pommershein, A., Pau, V. : **Determination of the gear bore eccentricity related to the geometrical centre of the toothing, after finding out the variation of the distance between axes, with gears made of plastic materials, used in fine mechanics**

The paper presents a practical and rapid method of determining the eccentricity of a gear related to the recordings obtained when measuring the variation of the distance between axes, experimentally applied to gears made of plastic materials used in fine mechanics. The method allows for taking decisions regarding the improvement of the quality and the manufacturing precision, especially with fine mechanics gears with a module $m < 1$ mm, for which our standards do not establish tolerances. It can be also applied to determining the radial run-out of gears requiring the determination of the bore eccentricity.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 3 figs., 1 ref.

DC : 621-231

Raicu, A., Tomescu, D. : **Simulation of mechanisms operations**

An automatic computation more operative and precise than the graphical methods, allows for visualizing the results through diagrams, schemes, etc. This is very important since a mechanism in operation represents an animated drawing. The optimum solution is obtained in a minimum time and at a much lower price in comparaison with the classical methods. The solutions adopted do not raise major risks at the conception experimentation and manufacturing tage. The simulation can be extended to classical mechanisms already in use leading to the improvement of some technical indicators such as: weight, overall size, energy consumption for driving, etc.

DC : 621-231

Totu, A. : **A study of the Maltese cross-type mechanism kinematics**

After graphically showing the variation of the kinematic parametres function of the mechanism constant (K), mathematically justified ways are offered for improving the mechanism kinematics.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 6 figs., 1 tab.

DC : 681.31

Demian, T., Niţu, C., Selevet, V. : **Engineering problems and dynamic behaviour of the wier matrix printing heads**

The paper presents some apects related to the calculation and construction of the wire matrix printing heads, that are useful in their design : electromagnetic actuator calculation, flight time determination, optimum position of the wire quides.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 6 figs., 3 refs.

DC : 681.31

Turbatu, Gh., Tudor, B., Niţu, C., Popa, Gabriela : **Engineering and operation aspects related to the design of an X—Y plotter**

The paper presents the main engineering and operation characteristics of a new X—Y plotter and some problems related to its design and dynamic calculation.

Construcţia de maşini, 39 (197), no. 9, 5 figs., 2 refs.

DC : 621.313.13

Tudor, D. : **Optimization of electric stepping motor drives**

The paper discusses the problem of optimizing the stepping motor drives by reducing the influence of the inertia forces at the motor acceleration and deceleration. The reduction of the inertia forces influences by steply increasing the motor control frequency is restricted out of economical and efficiency reasons

---

DC : 621.31

Grecu, E., Enescu, N., Piripliu, M. : **Multiple pen drum plotter for small patterns**

The paper presents the construction of the carriage of a multiple pen drum plotter for small patterns executed by the Fine Mechanics Chair within the Polytechnical Institute in Bucharest. A mathematical model of the carriage is proposed to simulate the carriage behaviour to vibrations in order to establish the optimum shape and the solutions related to its support on guideways.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 6 figs., 5 refs.

SOMMAIRES

CD : 621.825.7

Demian, T., Pascu, A. : **Un nouveau type d'accouplement élastique à gorge hélicoïdale, pour mécanique de précision**

L'ouvrage présente les aspects de construction et de calcul concernant l'accouplement tubulaire à gorge hélicoïdale pour la mécanique de précision. Le calcul autorise à déterminer la rigidité de flexion et de torsion, ainsi que les efforts dans les matériaux, fonction des paramètres géométriques et du matériau.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 2 fig., 4 tabeleaux. 2 ref. bibl.

CD : 621-231 : 531.713

Dumitrescu, N. : **La conception des quidages à glissement à profile trapèze pour les microscopes biologiques**

L'ouvrage comporte une analyse des erreurs possibles, de conditions d'autoblocage et de même, du calcul des forces d'actionnement pour les guidages à glissement trapèze verticales.

On donne des recommandations concernant le calcul des tolérances, la détermination des conditions techniques d'exécution, le choix des matériaux.

Construcţia de maşini, 39 (1987). no. 9, 5 fig., 3 tableaux. 3 ref. bibl.

CD : 621.822.71

Micu, C.A., Curiţa, I. : **Aspects du contact ponctuel aux roulements radiaux à billes**

L'ouvrage présente une méthode de calcul de la capacité de chargement dynamique de base des roulements, en tenant compte du fait que, généralement la durabilité des roulements est limitée à cause du phénomène de fatique manifesté par les matériaux des couches superficielles des éléments en contact. On prend en considération surtous l'influence des contraintes développées au contact ponctuel avec glissement.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 3 fig., 9 ref. bibl.

CD : 621.833

Puri, G., Pommersheim, A., Pau, V. : **La séparation de l'excentricité de l'alésage de la roue dentée par rapport au centre géométrique de la denture, à la suite de la détermination de la variation de la distance d'entreaxes, aux roues dentées en plastique, pour la mécanique de précision**

L'ouvrage présente une méthode pratique et rapide de séparation de l'excentricité d'une roue dentée par rapport aux enregistrements obtenus en mesurant la variation de la distance d'entraxes appliqués de manière expérimentale aux roues dentées en plastique utilisées dans la mécanique de précision. Cette méthode autorise des décisions concernant l'amélioration de la qualité ou de la précision de fabrication, surtout pour les roues dentées utilisées dans la mécanique de précision à module $m < 1$ mm pour lesquelles nos standards n'établissent pas de tolérances. On peut de même appliquer cetté méthode pour déterminer le faux-rond des roues dentées auquel on exige la séparation de l'influence de l'excentricité de l'alésage.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 3 fig., 1 ref. bibl.

CD : 621-231

Raicu, A., Tomescu, D. : **La simulation du fonctionnement des mécanismes**

Le calcul automatique, plus actif et plus précis que les méthodes graphiques, autorise la visualisation des résultatats par des diagrammes, schémas, fait très important, parceque en fonctionnement, le mécanisme représente un dessin animé. La solution optimale est obtenue rapidement et à un prix braucoup plus bas par rapport aux méthodes classiques. L'utilisation des solutions ne présente pas de majeurs risques dans les phases de : conception, expérimentation et exploitation. L'extension de la simulation aux mécanismes classiques ou spéciaux, utilisés déja, conduira à l'amélioration des paramètres techniques tels que : la masse, l'encombrement, la consommation d'énergie pour l'actionnement, etc.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 3 fig., 3 ref. bibl.

CD : 621-231

Totu, A. : **Etude de la cinématique du mécanisme de type Croix de Malte**

Après la présentation graphique de la variation des paramètres cinématiques, fonction de la constante du mécanisme (K), on donne trois voies — justifiées du point de vue mathématique, pour améliorer la cinématique du mécanisme.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 6 fig., 1 tabl.

CD : 681.31

Demian, T., Niţu, C., Selevet, V. : **Problèmes de la construction et du comportement dynamique des têtes d'impression en mosaïque**

L'ouvrage présente des aspects de construction et de calcul pour la réalisation des têtes d'impression en mosaïque, tels que : le calcul de l'actionnement électromagnétique, la détermination du temps de vol de l'aiguille, les positions optimales des guidages.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 6 fig., 3 ref. bibl.

CD : 681.31

Turbatu, Gh., Tudor, B., Niţu, C., Popa, Gabriela : **Aspects de construction et de fonctionnement d'un nouveau plotter à table plane**

L'ouvrage présente les principaux caractéristiques de construction et de fonctionnement d'un nouveau plotter à table plane, ainsi que quelques problèmes de l'étude et du calcul dynamique de celui-ci.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 5 fig., 2 ref. bibl.

CD : 621.313.13

Tudor, D. : **L'optimisation des actionnements à moteur pas à pas électrique**

L'ouvrage considère le problème de l'optimisation de l'actionnment MPP moyennant l'influence des forces d'inertie à l'accélération et à la décélération des moteurs. La réduction de l'influence des forces d'inertie obtenues par l'augmentation progressive de la fréquence de commande du moteur est limitée par des raisons économiques et par la productivité.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 6 fig., 3 ref. bibl.

CD : 621.31

Grecu, E., Enescu, N., Pîrpiliu, M. : **Plotter multi-crayon à tambur pour de petits formats**

L'ouvrage présente la construction du chariot d'un plotter multi-crayons à tambur pour de petits formats, réalisé à la Chaire de mécanique de précision de l'Institut Polytehnique Bucarest. On propose un modèle mathématique du chariot en simulant le comportement par rapport aux vibrations du sous-ensemble chariot en vue de déterminer la solution optimale concernant sa forme et les solutions d'appui sur les paliers.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 6 fig., 5 ref. bibl.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 621.823.7

Demian, T., Pascu, A.: **Ein neuer Type elastischer Kupplung mit Spiralnute für die Feinmechanik**

Dargestellt werden konstruktive und Berechnungsaspekte hinsichtlich einer Spiralnutenrohrkupplung für die Feinmechanik. Die Rechenverhältnisse erlauben die Bestimmung der Biege — und Drehsteifigkeit sowie auch der Materialbeanspruchungen als Funktion der geometrischen und Materialparameter.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), No. 9, 2 Abb., 4 Tabellen, 2 bibl. Ref.

DK : 621-231 : 531.713

Dumitrescu, N.: **Projektierung der Schwalbenschwanzgleitführungen für biologische Mikroskope**

Der Beitrag etnhält eine Analyse möglicher Fehler und der Selbstklemmungsbedingungen sowie auch die Darstellung der Berechnung der Betätigungskräfte für senkrechte Schwalbenschwanzgleitführungen.

Es werden Empfehlungen hinsichtlich der Berechnung der Toleranzen, der Bestimmung der technischen Fertigungsbedingungen sowie auch der Wahl der Werkostoffe angeführt.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), No. 9, 5 Abb., 3 Tabelle, 3 bibl. Ref.

DK : 621.822.71

Micu, C.A., Curiţa, I.: **Betrachtungen über den punktförmigen Kontakt bei Radialkugellagern**

Dargestellt wird ein Verfahren zur Berechnung der dynamischen Grundbelastbarkeit der Kugellager, unter Berücksichtigung der Feststellung, dass deren Festigkeit im allgemeinen durch die Ermüdung der Materiale der Oberflächenschichten der in Kontakt kommenden Elemente begrenzt wird. Es wird insbesondere der Einfluss der beim Gleitwälzkontakt auftretenden Spannungen betrachtet.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), No. 9, 3 Abb., 9 bibl. Ref.

DK : 621.833

Puri, G., Pommersheim, A., Pau, V.: **Trennung der Exzentrizität der Zahnradbohrung vom geometrischen Mittelpunkt der Verzahnung, auf Grund der Bestimmung der Schwankungen des Messabstandes zwischen den Achsen, bei Kunststoffzahnräder für die Feinmechanik**

Der Beitrag enthält die Darstellung eines praktischen und schnellen Verfahrens zur Trennung der Exzentrizität eines Zahnrades auf Grund der Ergebnisse der Messung der Abstandschwankungen zwischen den Achsen, welches experimentell für die Feinmechanikzahnräder aus Kuntstoff eingesetzt wird. Das Verfahren erlaubt das Treffen von Massnahmen zur Erhöhung der Fertigungsqualität oder Genauigkeit, u.zw. insbesondere bezüglich der Zahnräder für die Feinmechanik mit einem Modul $m < 1$ mm, für welche die rumänischen Standarde keine Toleranzen bestimmen. Das Verfahren kann auch zur Bestimmung des Radialschlages der Zahnräder, wo der Einfluss der Exzentrizität der Bohrung abgetrennt werden muss, eingesetzt werden.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), No. 9, 3 Abb., 1 bibl. Ref.

DK : 621-231

Raicu, A., Tomescu, D.: **Simulierung des Betriebes der operativeren und genauren automatischen Rechenmechanismen**

Die automatische Rechenweise — operativer und geneuer als die graphischen Verfahren — erlaubt die Visualisierung der Ergebnisse durch Diagramme, Schemas usw. Dieses ist wichtig, da der Mechanismus im Betrieb eine „belebte" Zeichnung darstellt. Die optimale Lösung wird in einer minimalen Zeit und mit einem im Vergleich zu den klassischen Methoden stark reduzierten Aufwand erreicht. Der Einsatz der Lösungen stellt in der Entwicklungs und Experimentierungsphase sowie auch im Betrieb keine entscheidenden Risikos dar. Die Erweiterung des Einsatzes der Simulierung für verschiedene bereits verwendete klassische oder Sondermechanismen wird zur Verbesserung vieler technicher Parameter — wie, z.B., die Masse, die Gesamtabmessungen, der Energieverbrauch für den Antrieb usw. — führen.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), No. 9, 3 Abb., 3 bibl. Ref.

DK : 621-231

Totu, A.: **Studium der Kinematik des Mechanismusses vom Malteserkreuztyp**

Auf Grund der graphischen Darstellung der Änderung der kinematischen Parameter in Bezug zur Konstante des Mechanismusses (K) werden — mathematisch gerechtfertigte — Wege zur Verbesserung der Kinematik des Mechanismusses empfohlen.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), No. 9, 6 Abb., 1 Tabelle

DK : 681.31

Demian, T., Niţu, C., Selevet, V.: **Fragen bezüglich der Konstruktion und des dynamischen Verhaltens des dynamischen Verhaltens der Nadeldruckköpfe**

Dargestellt werden nützliche konstruktive und Rechenaspekte für die Projektierung von Nadeldruckköpfen, wie z.B.: Berechnung des elektromagnetischen Antriebes, Bestimmung der Nadelflugzeit, Festlegung der optimalen Stellungen der Führungen.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), No. 9, 6 Abb., 3 bibl. Ref.

DK : 681.31

Turbatu, Gh., Tudor, B., Niţu, C., Popa, Gabriela: **Konstruktive und Funktionsaspekte bei der Projektierung eines Plantischplotters**

Der Beitrag führt die wichtigsten konstruktiven und Funktios merkmale cines neuen Plantischplotters, sowie auch einige Fragen hinsichtlich der Projektierung und dynamichen Berechnung dieses Gerätes an.

„Construcţia de ma,ini", 39 (1987), No. 9, 5 Abb., 2 bibl. Ref.

DK : 621.313.13

Tudor, D.: **Optimierung der Antriebe mit elektrische Schrittmotoren**

Der Beitrag behandelt die Frage der Optimierung der Schrittmotorenantriebe durch die Verminderung des Einflusses der Trägheitskräfte bei der Beschleunigung und Verzögerung der Motoren. Die Verminderung des Einflusses der Trägheitskräfte durch die stufenweise Verminderung der Steuerfrequenz des Motores wird aus ökonomischen und Produktivitätsgründen begrenzt.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), No. 9, 6 Abb., 3 bibl. Ref.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 621.825.7

Демиан, Т., Паску, А.: *Новый тип упругой муфты со спиральной канавкой для точной механики*

В работе представлены конструктивные и расчётные аспекты трубчатой муфты со спиральной канавкой для точной механики. Расчётные отношения позволяют определить жёсткость прогиба и кручения, а также и нагрузки в материалах в зависимости от геометрических параметров и от материала.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 9, 2 черт., 4 табл., 2 библ. мат.

ДК : 621—231 : 531.713

Думитреску, Н.: *Проектирование направляющих скольжения трапецеидального профиля для биологических микроскопов*

В работе рассматриваются возможные ошибки, условия автоблокировки, а также и расчёт усилий для привода вертикальных трапецеидальных направляющих скольжения. Даются рекомендации для вычисления допусков, установления технических условий для изготовления, для выбора материалов.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 9, 5 черт, 3 табл., 3 библ. ссылки

ДК : 621.822.71

Мику, К.А., Гурица, И.: *Некоторые аспекты точечного контакта у радиальных шарикоподшипников*

В работе представлен способ вычисления основной динамической нагрузочной способности подшипников с учётом того факта, что в основном прочность подшипников ограничена из-за усталости материалов поверхностных слоёв элементов, находящихся в контакте. Особое внимание уделено влиянию напряжений, возникающих в случае контакта при качении со скольжением.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 9, 3 черт., 9 библ. с.

ДК : 621.833

Пури, Г., Поммерсхайм, А., Пау, В.: *Отделение эксцентричности отверстия зубчатого колеса от геометрического центра зубьев в результате определения изменения замеренного расстояния между осями зубчатых колес для точной механики, выполненных из пластмасс*

В работе представлен практический ускоренный способ отделения эксцентричности зубчатого колеса от записей, полученных при измерении изменения измеряемого расстояния между осями, который был применён экспериментально в случае зубчатых колёс для точной механики, выполненных из пластмасс. Способ позволяет принять решения по улучшению качества или точности производства, в особенности в области зубчатых колёс для точной механики с модулем $m < 1$ мм для которых наши стандарты не дают допусков. Этот способ можно применять и при определении радиального биения зубчатых колёс, когда надо выделить влияние эксцентричности отверстия.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 9, 3 черт., 1 библ. ссылка.

ДК : 621—231

Райку, А., Томеску, Д.: *Моделирование функционирования механизмов*

Автоматический расчёт, более оперативный и более точный, чем графические способы, позволяет представить результаты в виде диаграмм, схем и др., что является очень важным, т.к. во время функционирования механизм представляет подвижный чертёж. Оптимальное решение можно получить за минимальное время и за уменьшенную стоимость по сравнению с классическими способами. Принятие решений не представляет большого риска в фазах проектирования, испытания и эксплуатирования. Распространение моделирования на уже использованные классические или специальные механизмы приведёт к улучшению таких технических показателей, как масса, габарит, расход энергии для привода и др.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 9, 3 черт., 3 библ.

ДК : 621—231

Тоту, А.: *Исследование кинематики мальтийского механизма*

После графического изображения изменения кинематических параметров в зависимости от постоянной механизма (K) предлагаются математически обусловленные пути улучшения кинематики механизма.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 9, 6 черт., 1 таблица.

ДК : 681.31

Демиан, Т., Ницу, К., Селевет, В.: *Вопросы конструкции и динамики матричных печатающих головок с иголками*

В работе представлены аспекты конструкции и расчёта нужные в проектировании матричных печатающих головок, а именно: вычисление электромагнитных приводов, определение времени хода иглы, оптимальные позиции направляющих.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 9, 6 черт., 3 библ. ссылки

ДК : 681.31

Турбату Г., Тудор Б., Ницу К., Рора Г.: *Конструктивные и функциональные аспекты проектирования координатного самописца (plotter) с плоским столом*

В работе представлены основные конструктивные и функциональные характеристики нового координатного самописца (plotter) с плоским столом, а также и некоторые вопросы его проектирования и динамического расчёта.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 9, 5 черт., 2 библ. с.

ДК : 621.313.13

Тудор, Д.: *Оптимизация приводов с шаговыми электродвигателями*

В работе рассматриваются вопросы оптимизации привода с шаговым двигателем путём уменьшения влияния сил инерции на ускорение и замедление двигателей. Уменьшение влияния инерционных сил, полученное путём постепенного возрастания частоты управления двигателя, ограничивается по причинам экономики и производительности.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 9, 6 черт., 3 библ. с.

CZ : 621.865.8

Balaure, E. : **Structura şi aplicaţiile unui nou robot adaptiv**

În această lucrare se prezintă un nou tip de robot adaptiv şi posibilităţile sale de utilizare în operaţiile de debavurare. Se descriu succint principiile constructive şi funcţionale pe care se bazează proiectarea acestui robot. De asemenea sînt prezentate două posibilităţi de utilizare a capurilor de rectificat cu senzori adaptivi. Totodată se reliefează utilitatea soluţiilor propuse în operaţiile de debavurare şi în ceea ce priveşte mărirea capacităţii de adaptivitate a robotului.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 6 fig., 8 ref. bibl.

CZ : 621. 753 : 681

Brăgaru, A. : **Ahitectura piesei semifabricate, la prelucrarea în dipozitive pe maşini-unelte**

Articolul abordează etapa informaţională cu relevarea importanţei care trebuie să se acorde analizei piesei semifabricate, aceasta purtînd în structura sa arhitecturală un prim set de elemente de bază, care — singure sau în cuplurile arhitecturale de sistem — declanşează procesul de proiectare modernă a dispozitivelor. Este pus în evidenţă punctul de vedere original al unei şcoli româneşti de proiectare a dispozitivelor cu largă aplicabilitate în economia naţională.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 9, 11 fig., 7 ref. bibl.

DC : 621.865.8

Demian, T., Panaitopol, H. : **Experimental determination of the cinetostatic parametres of a mechanical hand with rack rod gear mechanism**

The paper synthesizes the cinetostatic behaviour of a mechanical hand with rack rod gear mechanism and compares the theoretical curves of the parametres with the experimental values

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 8 figs., 4 refs.

DC : 621.865.8

Balaure, E. : **Structure and applications of an adaptive robot**

The paper presents a new type of adaptive robot and its applications in deburring operations. The construction and operation principles used in the design of this robot are briefly presented. At the same time the paper presents two possible applications of the grinding heads with adaptive sensors. The utility of the suggested solutions in cleaning-castimg operations as well as the increase in the robot adaptability are demonstrated

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 6 figs., 8 refs.

DC : 621.753 : 681

Brăgaru, A. : **Architecture of a blank to be machined in machine-tool attachments**

The paper approaches the informational stage outlining the importance to be given to the analysis of a blank the architectural structure of which presents a first set of basic elements that — individually or in couple — trigger the process of modern designing of the attachments. The oroginal standpoint of a Romanian designing school is presented showing the large applicability of such attechments in the national economy.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 11 figs., 7 refs.

CD : 621.865.8

Demian, T., Panaitopol, H. : **La détermination expérimentale des paramètres cynétostatiques d'une main mécanique à mécanisme crémaillère secteur dentée**

L'ouvrage synthétise le comportement du point de vue cynétostatique d'une main mécanique à mécanisme crémaillère secteur denté et la comparaison des courbes théoriques des paramètres étudiés avec des valeurs expérimentales

Construcţia de maşini, 39 (1987), no, 9, 8 fig., 4 ref. bibl.

CD : 621.865.8

Balaure, E. : **La structure et les applications d'un nouveau robot adaptif**

Cet ouvrage présente un nouveau type de robot adaptif et ses possibilités d'usage pour les opérations d'ébarbage. On décrit d'une manière succinte les principes de construction et de fonctionnement sur lesquels est baseé la conception de ce robot. De même, on présente deux possibilités d'utilisation des têtes de rectification à capteurs adaptifs. On met en évidence aussi, l'utilité des solutions avancées dans les opérations d'ébarbage et en ce qui concerne l'augmentation de la cacapité d'adaptivité du robot.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 6 fig., 8 ref. bibl.

CD : 621.753 : 681

Brăgaru, A. : **Architecture de la pièce demi-fabricat, à l'usinage dans des dispositifs sur machines-outils**

L'article traite de l'étape informationnelle en relevant l'importance qu'on doit prêter à l'analyse de la pièce demi-fabricat, celle-ci ayant dans sa structure arhitecturelle un premier jeu d'éléments principaux, qui — seuls on en ensembles architecturels de système — engendrent le processus de conception moderne des dipositifs. On met en évidence le point de vue originel d'une école roumaine d'étude des dipositifs à large emploi dans l'économie nationale.

Construcţia de maşini, 39 (1987), no. 9, 11 fig., 7 ref. bibl.

DK : 681.31

Grecu, E., Enescu, N., Pirpiliu, M. : **Mehrbleistiftplotter mit Trommel für Kleinformate**

Der Beitrag stellt die Konstruktion des Wagens eines Mehrbleistiftplotters mit Trommel für Kleinformate, welcher im Rahmen des Lehrstuhles für Feinmechanik des Polytechnischen Institutes in Bukarest realisiert wurde, dar. Es wird ein mathematisches Modell des Wagens vorgeschlagen, durch welches das Schwingungsverhalten der Wagenbaugruppe simuliert wird, um auf dieser Weise die optimale Lösung hinsichtlich dessen Form und der Abstützung auf den Führungen zu betimmen.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), No. 9, 6 Abb, 5 bibl. Ref.

DK : 621.865.8

Demian, T., Panaitopol, H. : **Experimentelle Bestimmung der kinetostatischen Parameter einer mechanischen Hand mit Zahnstangen-Zahnsegment-Mechanismus**

Der Beitrag enthält eine synthetisierte Darstellung des kinetostatischen Verhaltens einer mechanischen Hand mit Zahnstangen-Zahnsegment-Mechanismus sowie auch einen Vergleich der theoretischen Kennlinien der beobachteten Parameter mit den experimentellen Werten.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), No. 9, 8 Abb., 4 bibl. Ref.

DK : 621.865.8

Balaure, E.: **Struktur und Einsatzmöglichkeiten eines neuen adaptiven Roboters**

Dargestellt wird ein neuer adaptiver Roboter sowie auh dëssen Einsatzmöglichkeiten für Entgratungsoperation. Der Beitrag enthält eine kurze Beschreibung der konstruktiven und Funktionsmerkmale, welche der Projektierung dieses Roboters zugrunde liegen. Ausserdem werden zwei Einsatzmöglichkeiten von Schleifköpfen mit adaptiven Sensoren angeführt. Gleichzeitig wird die Nützlichkeit der vorgeschlagenen Lösungen für die Entgratungsoperationen sowie auch hinsichtlich der Erhöhung der Anpassbarkeit des Roboters hervorgehoben.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), No. 9, 6 Abb., 8 bibl. Ref.

DK : 621.753 : 681

Brăgaru, A.: **Architektur des Halbzeuges bei der Bearbeitung in Vorrichtungen auf Werkzeugmaschinen**

Der Beitrag bezieht sich auf die informationelle Stufe, unter Hervorhebung der Bedeutung, welche der Überprüfung des Halbzeuges beigemessen werden muss, angesichts, dessen, dass dieses in seiner architektonischen Struktur einen ersten Satz von Grundelementen trägt, welche — alleine oder in architektonischen systempaaaren — den Prozess der modernen Entwicklung der Vorrichtungen auslösen. Betont wird der originelle Beitrag rumänischer Spezialisten bei der Projektierung von Vorrichtungen mit vielfältgen Einsatzmöglichkeiten in der nationalen Wirtschaft.

„Construcţia de maşini", 39 (1987), No. 9, 11 Abb., 7 bibl. Ref.

ДК : 621.31

Греку, Е., Энеску, Н., Пирпилиу, М.: *Многокарандашный координатный самописец (plotter) с барабанов для малых форматов*

В работе представлена конструкция каретки многокарандашного координатного самописца (plotter) с барабаном для малых форматов, изготовленная на кафедре точной механики Политехнического института в Бухаресте. Предлагается математическая модель каретки, на которой моделируется поведение узла каретки при вибрациях, для наилучшего выбора её формы и для нахождения решений опоры на направляющие.

Construcţia de maşini, 39 (1987), н. 9, 6 черт., 5 библ. с.

ДК : 621.865.8

Демиан Т., Панаитопол Х.: *Опытное установление кинетостатических параметров механической руки с механизмом рейки-зубчатого сектора.*

В работе синтезируется способ поведения, с кинетостатической точки зрения, механической руки с механизмом рейка-зубчатый сектор и производится сравнение теоретических кривых изчаемых параметров с экпериментальными значениями.

Construcţia de maşini, 39 (1987), н. 9, 8 черт., 4 библ. сс.

ДК : 621.865.8

Балауре Е.: *Структура и применение нового адаптивного робота*

В этой работе представлен новый тип адаптивного робота и возможности его использования в операциях по зачистке. Вкратце описаны конструктивные и функциональные принципы, на которых основывается проектирование этого робота. А также представлены две возможности использования шлифовальных головок с адаптивными датчиками. Одновременно вырисовывается целесообразность предложенных решений в операциях по зачистке и в том, что касается увеличения возможности приспособления робота.

Construcţia de maşini, 39 (1987), н. 9, 6 черт., 8 библ. сс.

ДК : 621.753 : 628

Брэгару, А.: *Структура заготовки при обработке в приспособлениях на станке*

Статья затрагивает вопрос информационного этапа, подчёркивая то значение, которое надо уделить анализу заготовки, имеющей в своей структуре первую партию основных элементов, которые — поодиночке или в структурных системных парах — приводят в действие процесс современного проектирования приспособлений. Особо подчёркивается оригинальный подход румынской школы к проектированию приспособлений с широкими возможностями применения в народном хозяйстве.

Construcţia de maşini, 39 (1987), н. 9, 11 черт., 7 библ., ссылок.

Revista „CONSTRUCŢIA DE MAŞINI", organ al Ministerului Industriei Construcţiilor de Maşini din Republica Socialistă România. Redacţia la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcţiilor de maşini, cu sediul în Bucureşti, Calea Victoriei, 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poştal la ICTCM, şos. Olteniţei nr. 105, Bucureşti, sector 4, pentru revista „Construcţia de maşini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Tipografia „Ploieşti" str. Transilvaniei, nr. 29.

CZ : 621.825.7

Un nou tip de cuplaj elastic, cu canal elicoidal, pentru mecanică fină

Prof. dr. doc. ing. Traian **DEMIAN**, şef lucr. dr. ing. Adrian **PASCU** — Institutul Politehnic Bucureşti

Introducere

Pentru cuplajele miniaturale destinate montării traductoarelor de poziţie unghiulară, precum şi altor aplicaţii specifice mecanicii fine, se impune o rigiditate ridicată la torsiune, în vederea asigurării unei precizii cinematice ridicate. În acelaşi timp rigiditatea la încovoiere trebuie să fie cît mai redusă, pentru a putea compensa abaterile de poziţie ale arborilor, fără a supraîncărca lagărele. În acest scop se utilizează cuplajele cu membrane metalice şi cuplajele cu tub ondulat (silfon). În tabelul 1 sînt exemplificate caracteristicile unor astfel de cuplaje, realizate de firma Heidenhain şi destinate montării traductoarelor incrementale de rotaţie.

Cuplajul tubular cu canal elicoidal

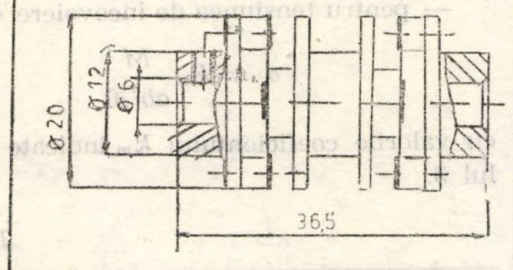
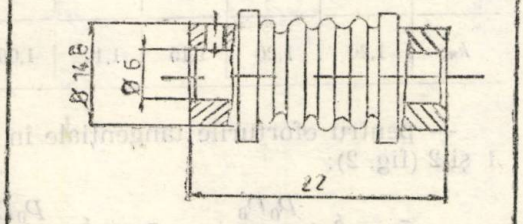
O variantă constructivă nouă, care permite realizarea unui cuplaj cu gabarit redus, comparabil cu cel corespunzător tubului ondulat, dar cu o tehnologie mult mai accesibilă, o constituie prelucrarea unui canal elicoidal îngust pe întreaga grosime a unei mici piese cilindrice (fig. 1).

Această soluţie a fost brevetată de curînd de firma Heli-Cal Flexures — U.S.A. Prin această formă constructivă se asigură flexibilitatea care permite compensarea deplasărilor transversale şi unghiulare mici ale arborilor, preluarea unor eventuale mişcări axiale, asigurînd o încărcare normală în lagăre. Prin modificarea dimensiunilor secţiunii şi numărului de spire, se poate obţine, în condiţiile menţinerii aceluiaşi gabarit, o diversitate de variante constructive cu caracteristici diferite.

Calculul analitic al caracteristicilor cuplajului

Partea activă a cuplajului este reprezentată de o bară elicoidală cu secţiunea dreptunghiulară, supusă torsiunii de momentul transmis M_t şi eventual încovoierii de deviaţiile unghiulare şi transversale ce pot apărea în exploatare. În primul caz, la nivelul unei spire, încărcarea se reduce la forţa P, orientată de-a lungul axei, şi la momentele M, care acţionează

Tabelul 1

Cuplaj	Rigiditatea [Nmm/°]	Deplasarea maximă: transv. [mm]	Deplasarea maximă: unghiulară [°]	Moment [Nmm]
	100	0,2	0,5	200
	19	0,2	0,5	100

în planurile frontale, perpendicular pe axa z (fig. 2). Sistemul de axe cartezian $Otnb$, care conține planul normal pe secțiunea barei, este

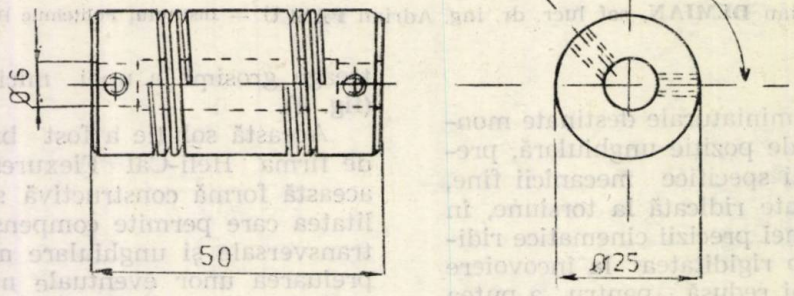


Fig. 1 Cuplajul tubular cu canal elicoidal.

rotit cu unghiul de înclinare a spirei α_0 față de sistemul cartezian, cu axa verticală paralelă cu axa cilindrului.

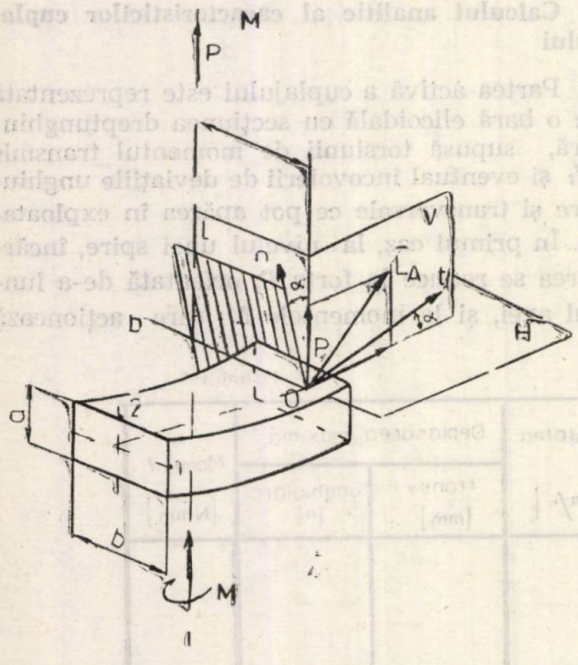


Fig. 2 Elementele geometrice și solicitările unei porțiuni elementare din cuplaj.

Relațiile de calcul, bazate pe teoria liniară (a deplasărilor mici), [1, 2], conduc la următoarele formule pentru determinarea deformațiilor și a tensiunilor unitare :

$$\varphi = \frac{M_t D_0 n_0}{\cos \alpha_0} \left(\frac{\sin^2 \alpha_0}{C} + \frac{\cos^2 \alpha_0}{B} \right) \qquad (1)$$

unde :

$\alpha_0 = \operatorname{arc\,tg} \frac{p}{\pi D_0}$;

n_0 — numărul de spire active;

p — pasul elicei;

$B = \frac{ba^3}{12} E$;

D_0 — diametrul exterior al cuplajului;

$C = a.b^3.\beta G$;

E și G — modulul de elasticitate longitudinal și respectiv transversal.

Valorile coeficientului β, dependente de raportul a/b, sînt indicate în tabelul 2.

Tabelul 2

a/b	1	1,5	1,75	2	2,5	6	10
β	0,141	0,196	0,214	0,229	0,249	0,299	0,312

Valoarea forței axiale P_0, care apare ca urmare a deformației axiale împiedicate, este dată de relația :

$$P_0 = \frac{M_t \sin 2\alpha_0 \, (B - C)}{D_0 \, (C \sin^2 \alpha_0 + B \cos^2 \alpha_0)} \qquad (2)$$

Tensiunile generate în secțiunile spirei au valorile :

— pentru tensiunea de încovoiere σ_i

$$\sigma_i = k_m \frac{M}{ab^2/6} \qquad (3)$$

cu valorile coeficientului k_m indicate în tabelul 3.

Tabelul 3

D_0/a	3	4	5	6	8	10
k_m	1,26	1,20	1,15	1,12	1,09	1,07

— pentru eforturile tangențiale în punctele 1 și 2 (fig. 2):

$$\tau_1 = k_{p1} \frac{P_0 D_0}{a^2 b}; \qquad \tau_2 = k_{p2} \frac{P_0 D_0}{ab^2} \qquad (4)$$

cu valorile coeficientilor k_p indicate în tabelul 4 (coeficientul k_{p1} depinde de a/b și de D_0/a, iar coeficientul k_{p2} depinde numai de raportul a/b).

Tabelul 4

a/b	D_0/a / k_{p2}	4	5	6	8	10
		k_{p1}				
1,25	2,83	3,47	3,29	3,15	3,09	2,94
2	4,06	4,53	4,28	4,10	3,98	3,76
3	5,73	6,16	5,86	5,55	5,37	5,06

Unghiul de nealiniere maxim corespunde atingerii spirelor pe o muchie și se calculează cu relația :

$$\theta = \frac{n}{2} \operatorname{arctg} \frac{p-b}{D/2} \qquad (5)$$

Momentul de încovoiere corespunzător acestei deformații este :

$$M_i = \frac{2EI_n\theta}{\pi D_o n(1+EIn/GI_o)} \qquad (6)$$

iar deplasarea axială corespunzătoare va fi :

$$f = \frac{M_i l^2 \sin\alpha}{4EI_n}\left(1+\frac{I_n}{I_b}\sin^2\alpha+\frac{EI_n}{GI_o}\cos^2\alpha\right) \qquad (7)$$

unde $I_n = ba^3/12$; $I_b = ab^3/12$; $I_0 = \beta ab^3$

Executarea practică și probele efectuate de către autori pe o serie de modele de astfel de cuplaje au confirmat tehnologia de realizare utilizată și utilitatea lor ca elemente de legătură pentru multe construcții de mecanică fină.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Ponomarev, S.D., Andreeva, L.E.* : Rașciot uprugnîh elementov mașini i priborov. Mașinostroienie, Moscova, 1980.

[2] *Demian, T.* : Elemente constructive de mecanică fină. Ed. didactică și pedagogică, București, 1980.

CZ : 621-231 ; 531.713

Considerații privind proiectarea ghidajelor de alunecare cu profil trapezoidal pentru microscoape biologice

Șef lucr. ing Nicolae **DUMITRESCU** — Institutul Politehnic București

Condițiile tehnice impuse ghidajelor principale ale microscoapelor biologice sînt :

— să asigure o cursă de circa 40 mm ;

— să nu se autoblocheze indiferent cum sînt încărcate ;

— pragul de sensibilitate la reglaj al mecanismului de deplasare să fie de 0,0005÷0,001 mm și să nu apară fenomenul de instabilitate a mișcării ;

— jocurile în ghidaj să nu favorizeze deplasări relative ale componentelor, perpendiculare pe direcția principală de mișcare, care să depășească toleranțele admise ;

— funcționarea să nu fie influențată de condițiile de mediu ;

— construcția să fie cu gabarit mic, tehnologică, fiabilă, ieftină.

Deplasările, rotirile culisei din cauza jocului ei în ghidaj

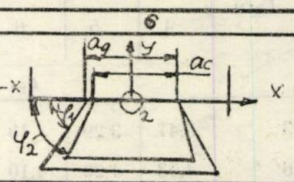
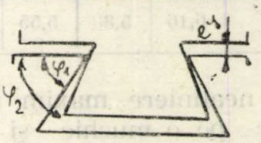
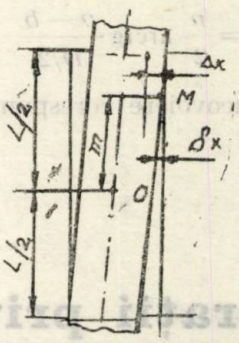
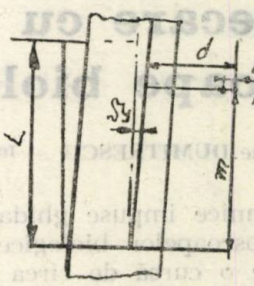
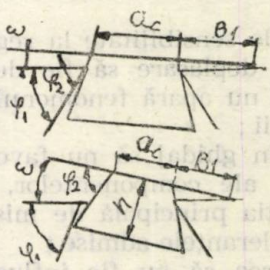
În microscopie, din motive de gabarit, componenta cu canal este executată dintr-o bucată și cealaltă dintr-o bucată sau cu coada demontabilă. În tabelul 1 sînt analizate mișcările relative, teoretic posibile, ale culisei cu coadă față de ghidaj, în variantele constructive A și B, contact pe fețele coplanare ale ghidajului, respectiv pe fundul canalului.

Statica mecanismului de ghidare cu profil trapezoidal cu deplasare pe verticală în varianta constructivă A

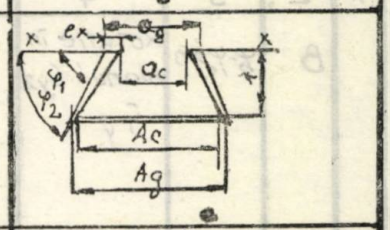
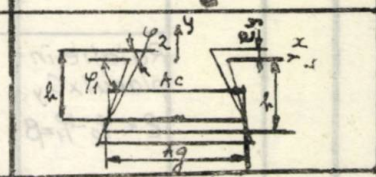
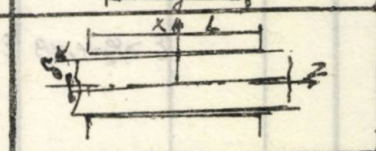
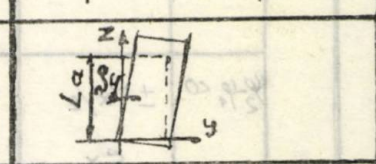
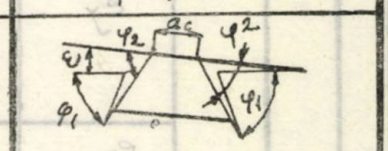
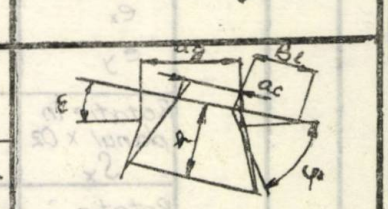
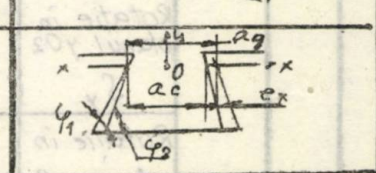
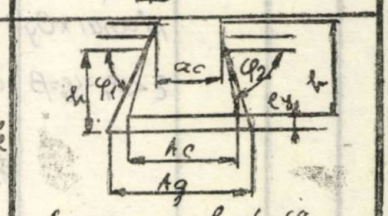
În funcție de modul de încărcare a ghidajului, pot rezulta opt cazuri de contact între coadă și canalul ghidajului (fig. 1).

Pentru $\varphi_1 > \varphi_2$ și $x_p < \frac{A_c}{2}$ dacă $R_{2T} > F_2$ culisa autocentrează (F_{2T} — forța de frecare dintre culisă și ghidaj în situația cînd inițial contactul se face pe fața 2 a canalului).

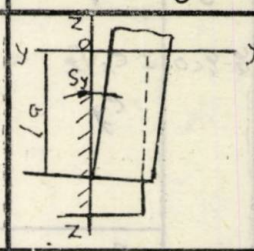
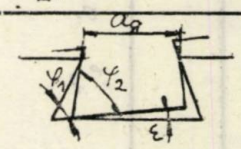
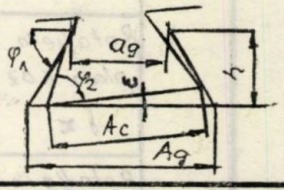
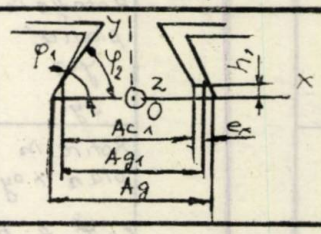
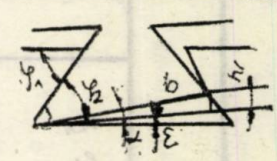
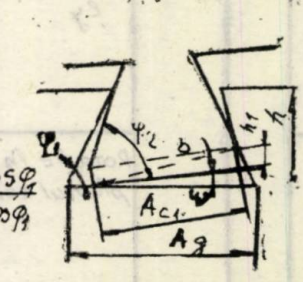
Tabelul 1

Nr	Tip	$\varphi_2-\varphi_1$	Deviația		Schema
1	2	3	4	5	6
	A	$\varphi_2-\varphi_1>0$	e_x	$e_x = a_g - a_c$	
			e_y	$e_y = \frac{a_y - a_c}{2} tg\,\varphi_2$	
			Rotație în plan xOz δ_x Δx	$\delta_x = \frac{e_x}{L}$ $\Delta_x = m \sin \delta_x$	
			Rotație în plan OYZ Δy	$\delta_y = \frac{a_g - a_c}{2L} tg\,\varphi_2$ $\Delta y = d\left(\frac{\sin\theta + \delta_y}{\sin\theta} + 1\right)$ $\theta = arctg \frac{d}{m}$	
			Rotație în plan xOy $\varepsilon < \varphi_2 - \varphi_1$ $\varepsilon > \varphi_2 - \varphi_1$	$\varepsilon = \frac{(a_g - a_c)\, tg\,\varphi_2}{2B_1 + a_c}$ $\varepsilon = \beta + \varepsilon_s$ $\varepsilon_s = \frac{a_g - a_c - 2B_1 + a_c \cdot \beta \cdot tg\,\varphi_2}{(2B_1 + a_c)\, tg\,\varphi_2 + \frac{h}{\sin 2\varphi_2}}$ $\beta = \varphi_2 - \varphi_1$	

Tabelul 1 continuare

1	2	3	4	5	6
	A	$\varphi_2-\varphi_1<0$	$\pm e_x/2$ e_y	$e_x = A_g - A_c$ $e_y = 0$	
			e_x e_y	$e_x = 0$ $e_y = \frac{A_g - A_c}{2} tg\varphi_1$	
			Rotaţie în plan xoz δx	$\delta x = \frac{e_x}{L}$ $\delta y = 0$	
			Rotaţie în planul yoz δy	$\delta x = 0$ $\delta y = \frac{A_g - A_c}{2 L_a} tg\varphi_1$	
			Rotire în plan xoy $\varepsilon = \varphi_1 - \varphi_2 = \beta$	$\varepsilon \simeq \frac{(a_g - a_c) tg\varphi_2}{2B_1 + a_c}$	
			$\varepsilon > \varphi_1 - \varphi_2 = \beta$	$\varepsilon = \frac{a_g - a_c + \frac{h\beta}{\sin^2\varphi_2}}{(2B_1 + a_c) ctg\varphi_2 + \frac{h}{\sin^2\varphi_2}}$	
	B	$\varphi_2-\varphi_1>0$	$\pm e_x/2$ e_y	$e_x = a_g - a_c$ $e_y = 0$	
			e_x e_y	$e_x \simeq 0$ $e_y = \frac{a_g - a_c}{2} tg\varphi_2$	 $A_c = a_c + 2h\, ctg\varphi_2$
			Rotaţie în planul xoz	$\delta x = \frac{e_x}{L}$	

Tabelul 1 continuare

1	2	3	4	5	6
	B	$\varphi_2-\varphi_1>0$	Rotaţie în planul Oyz S_y	$S_y=\frac{e_y}{L_a}$	
			Rotaţie în planul xOy $\varepsilon<\varphi_2-\varphi_1=\beta$	$\varepsilon=\frac{a_g-a_c}{A_c\,ctg\,\varphi_2}$	
			$\varepsilon>\varphi_2-\varphi_1=\beta$	$\varepsilon=\beta+\frac{a_g-a_c-A_c\cdot ctg(\varphi_2-\beta)\cdot\beta}{A_c\,ctg\,\varphi_1+\frac{h}{\sin^2\varphi_2}}$	
		$\varphi_2-\varphi_1<0$	$\pm e_x/2$ e_y	$e_x=A_{g_1}-A_{c_1}$ $e_y=0$ $A_{g_1}=A_g-2h_1\,tg\,\varphi_1$	
			e_x e_y	$e_x=0$ $e_y=\frac{A_{g_1}-A_{c_1}}{2}\,tg\,\varphi_1$	
			Rotaţie în planul xOz S_x	$S_x=\frac{e_x}{L}$	
			Rotaţie în planul yOz S_y	$S_y=\frac{e_y}{L}$	
			Rotaţie în planul xOy $\varepsilon<\varphi_1-\varphi_2=\beta$	$\varepsilon\simeq\frac{e_x}{h_1+\frac{b\cos(\varphi_1+\alpha)}{\sin\varphi_1}}$ $tg\,\alpha=\frac{h_1}{A_{c1}}$, $h=\sqrt{A_{c_1}^2+h_1^2}$ $\varepsilon=\beta+\varepsilon_s$	
			$\varepsilon>\varphi_2-\varphi_1=\beta$	$\varepsilon_s\simeq\frac{e_x\sin^2\varphi_1-A_{c_1}\beta\sin\varphi_1\cos\varphi_1}{h=h_1+(A_{c_1}-e_x)\sin\varphi_1\cos\varphi_1}$	

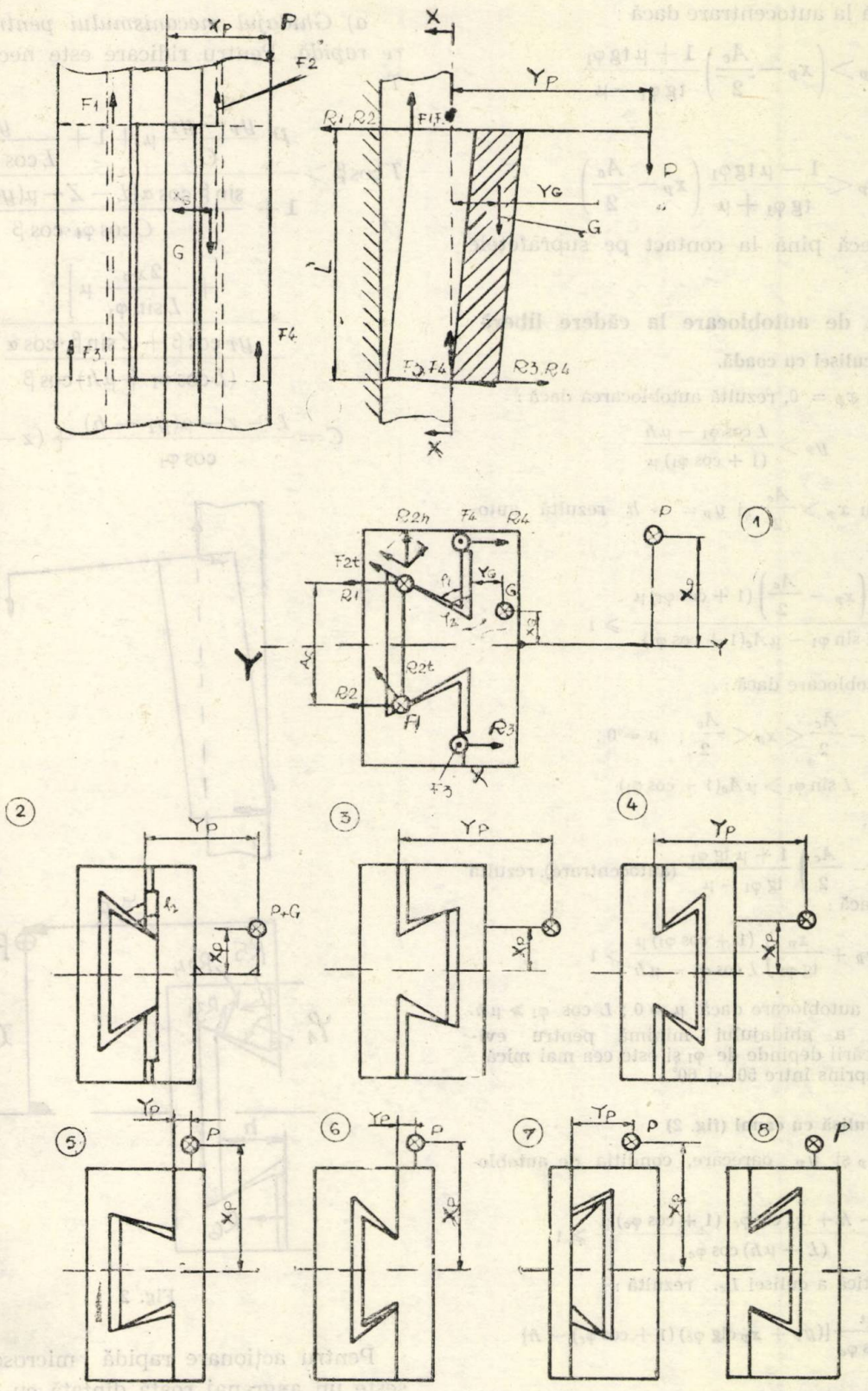


Fig. 1

Pentru $\varphi_1 > \varphi_2$ și $x_p > \frac{A_c}{2}$ coada culisei alunecă pînă la autocentrare dacă :

$$y_p > \left(x_p - \frac{A_c}{2}\right) \frac{1 + \mu \operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{tg} \varphi_1 - \mu}$$

dacă,

$$y_p < \frac{1 - \mu \operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{tg} \varphi_1 + \mu} \left(x_p - \frac{A_c}{2}\right)$$

coada alunecă pînă la contact pe suprafețele coplanare.

Condiția de autoblocare la cădere liberă

1. Cazul culisei cu coadă.

a) Pentru $x_p = 0$, rezultă autoblocarea dacă :

$$y_p > \frac{L \cos \varphi_1 - \mu h}{(1 + \cos \varphi_1)\mu}$$

b) Pentru $x_p > \frac{A_c}{2}$ și $y_p = -h$ rezultă autoblocare dacă :

$$\frac{2\left(x_p - \frac{A_c}{2}\right)(1 + \cos \varphi_1)\mu}{L \sin \varphi_1 - \mu A_c (1 + \cos \varphi_1)} \geqslant 1$$

Nu există autoblocare dacă :

$$-\frac{A_c}{2} < x_p < \frac{A_c}{2}; \quad \mu = 0;$$

$$L \sin \varphi_1 > \mu A_c (1 + \cos \varphi_1)$$

c) Pentru,

$y_p > \left(x_p - \frac{A_c}{2}\right) \frac{1 + \mu \operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{tg} \varphi_1 - \mu}$ (autocentrare), rezultă autoblocare dacă :

$$\left(y_p + \frac{x_p}{\operatorname{tg} \varphi_1}\right) \frac{(1 + \cos \varphi_1)\mu}{L \cos \varphi_1 - \mu h} > 1$$

Nu există autoblocare dacă $\mu = 0$; $L \cos \varphi_1 \gg \mu h$. Lungimea L a ghidajului minimă pentru evitarea autoblocării depinde de φ_1 și este cea mai mică pentru φ_1 cuprins între 50° și 60°.

2. Cazul culisă cu canal (fig. 2)

Pentru x_p și y_p oarecare, condiția de autoblocare este :

$$\frac{[y_p - h + x_p \operatorname{ctg} \varphi_c](1 + \cos \varphi_c)\mu}{(L - \mu h) \cos \varphi_c} \geqslant 1$$

Lungimea critică a culisei L_c, rezultă :

$$L_c = \frac{\mu}{\cos \varphi_c} [(y_p + x_p \operatorname{ctg} \varphi_c)(1 + \cos \varphi_c) - h]$$

Ridicarea brațului microscopului

Microscopul de laborator ML 4 fabricat de I.O.R. are un ghidaj pentru deplasare rapidă a brațului și un altul pentru deplasare fină (fig. 3).

a) Ghidajul mecanismului pentru deplasare rapidă. Pentru ridicare este necesară forța T.

$$T \cos \beta > \frac{P\left[\frac{y_p - y_T}{C}\mu + 1 + \frac{y_p \cdot \mu}{L \cos \varphi_1 + \mu h} + \right.}{1 + \frac{\sin \beta \cos \alpha [L - Z - \mu(y_T - h)]}{C \cos \varphi_1 \cdot \cos \beta} \mu - \left. + \frac{2x_p}{L \sin \varphi_1}\mu\right]} - \frac{y_T \cos \beta + Z \sin \beta \cdot \cos \alpha}{(L \cos \varphi_1 + \mu h) \cos \beta}$$

$$C = \frac{L - z - \mu(y_T - h)}{\cos \varphi_1} + (z - y_T \mu)$$

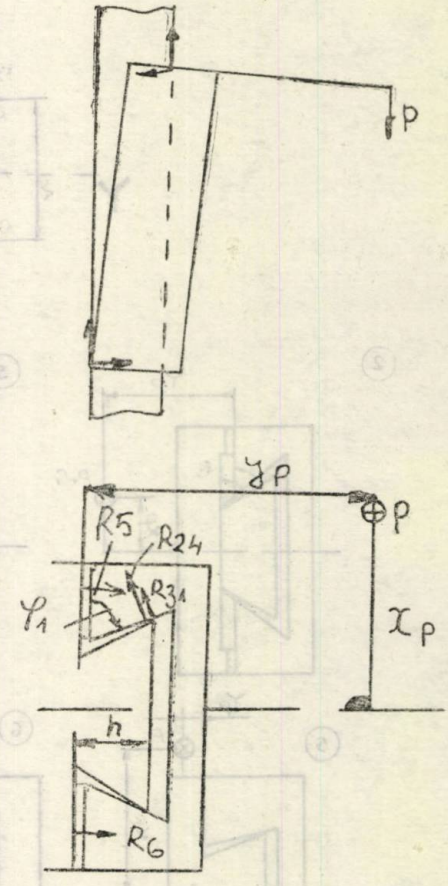


Fig. 2

Pentru acționare rapidă microscopul folosește un angrenaj roată dințată cu dinți înclinați-cremalieră. În relația scrisă, α este unghiul de angrenare și β unghiul de înclinare a a danturii.

b) *Ghidajul mișcării fine.* Pentru ridicare trebuie să se acționeze cu forța :

$$T' > P' \cdot \frac{1 + \frac{y'_p(\cos\varphi + 1)}{L'(\cos\varphi - \mu h)}\mu}{1 + \frac{y'_T(\cos\varphi + 1)}{L'\cos\varphi - \mu h'}\mu}$$

Relațiile scrise nu au luat în considerare frecarea vîscoasă dată de lubrifiant și μ este coeficientul de frecare uscată. Forța minimă de ridicare trebuie mărită pentru a se învinge și frîna suplimentară existentă.

Frecarea în ghidajul trapezoidal

Frecarea fără lubrifiant depinde de materialele cuplei de ghidare. Coeficientul de frecare uscată μ scade cînd temperatura crește. În tabelul 2 sînt date valorile lui μ, la pornire, pentru cîteva materiale utilizabile la ghidajele de microscop.

În microscopie se folosesc de regulă pentru ungere unsori. Forța de frecare în ghidajul trapezoidal lubrifiat depinde de : vîscozitate, mărimea jocului din cuplă, aria suprafeței nominală de contact, presiunea pe contact. Ea

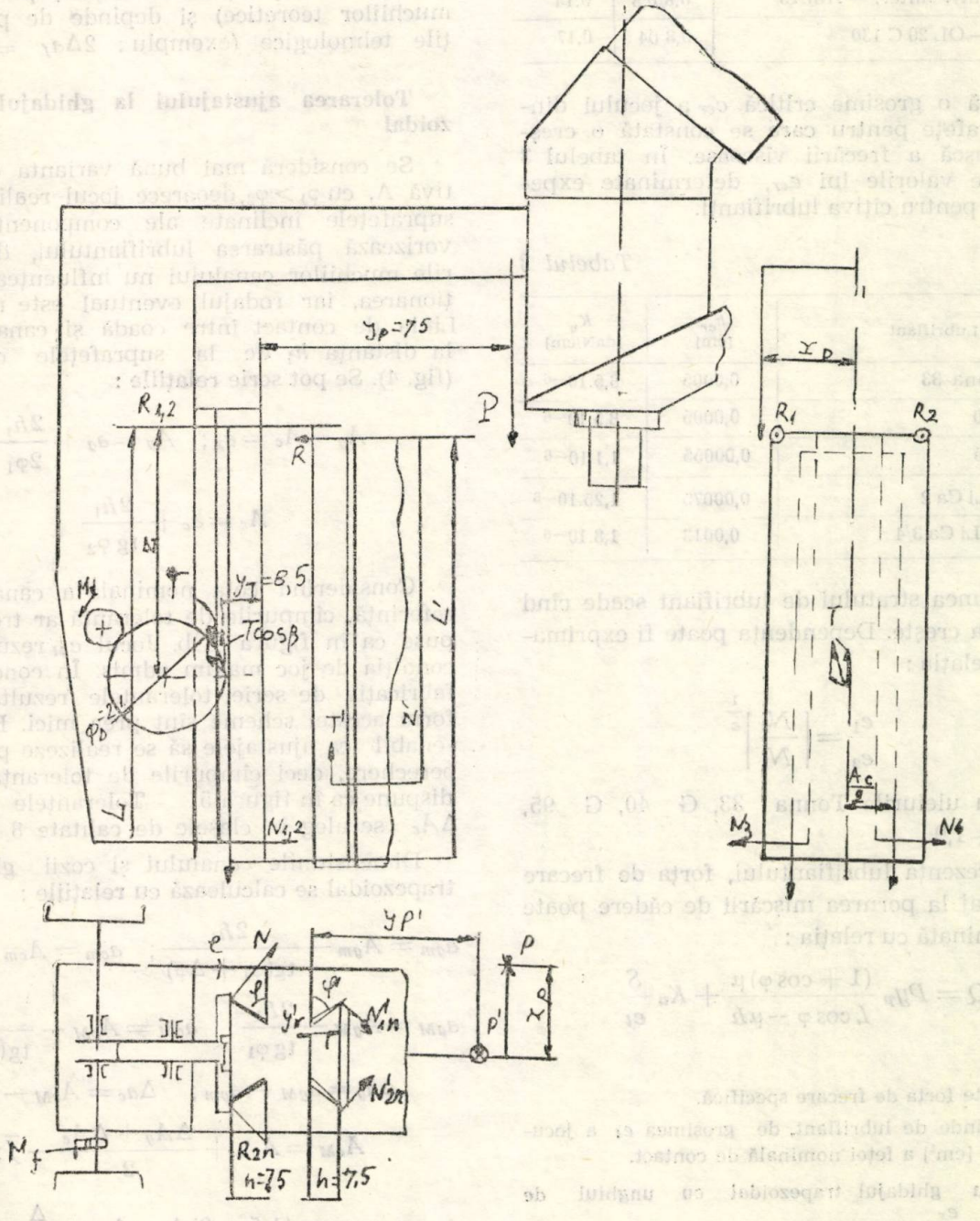


Fig. 3

este mai mare la pornire, depinde puțin de rugozitate pentru $R_a < 3{,}2$ μm și de materialele cuplei.

Tabelul 2

Materialele cuplei	R_z [μm]	μ la pornire și 18 °C
Bz AL 10T — Am x 3	0,8/0,8	0,17
Bz AL 10T — OL 20C130	0,8/0,4	0,17
Bz AL 10T — Al Mg 5	0,8/0,4	0,19
Am X3 — Am X3	0,8/0,8	0,17
Bz cu grafit sinter. — AmX3	0,8/0,8	0.14
Am X3 — OL 20 C 130	0,8/04	0,17

Există o grosime critică e_{cr} a jocului dintre suprafețe pentru care se constată o creștere bruscă a frecării vîscoase. În tabelul 3 sînt date valorile lui e_{cr}, determinate experimental pentru cîțiva lubrifianți.

Tabelul 3

Lubrifiant	h_{cr} [cm]	K_u [daN/cm]
Ulei Tonna 33	0,0005	$8{,}5.10^{-6}$
Ulei G 40	0,0005	$8{,}5.10^{-6}$
Ulei G 95	0,00055	$1{,}1.10^{-6}$
UM 170 Li Ca 2	0,00075	$1{,}25.10^{-6}$
UM 185 Li Ca 3/4	0,0013	$1{,}8.10^{-6}$

Grosimea stratului de lubrifiant scade cînd presiunea crește. Dependența poate fi exprimată prin relația :

$$\frac{e_1}{e_2} = \left[\frac{N_2}{N_1}\right]^{\frac{1}{\varepsilon}}$$

Pentru uleiurile Tonna 33, G 40, G 95, $\varepsilon = 2{,}2 \div 1{,}9$.

În prezența lubrifiantului, forța de frecare din ghidaj la pornrea mișcării de cădere poate fi determinată cu relația :

$$Q = Py_p \frac{(1+\cos\varphi)\mu}{L\cos\varphi - \mu h} + K_u \frac{S}{e_l}$$

în care :

K_u este forța de frecare specifică.

Q depinde de lubrifiant, de grosimea e_l a jocului, aria S [cm^2] a feței nominală de contact.

Pentru ghidajul trapezoidal cu unghiul de 60° : $e_l = \frac{e_x}{3{,}44}$.

În tabelul 3 sînt date valori experimentale ale lui K_u la temperatura de 18°C. Gradientul de temperatură Δt modifică jocul e_x prin dilatare conform relației :

$$\Delta e_{xt} = A_c(\alpha_1 - \alpha_2)\Delta t,$$

în care α_1 și α_2 sînt coeficienții de dilatare liniară pentru materialele cuplei.

Jocul minim necesar pentru ghidajul trapezoidal se determină cu relația :

$$e_x = \Delta e_{xt} + e_{xl} + \Delta a_f,$$

în care Δa_f este suma toleranțelor la abaterile de execuție (rectiliniaritate, paralelismul muchiilor teoretice) și depinde de posibilitățile tehnologice (exemplu : $2\Delta a_f = 0{,}01/80$).

Tolerarea ajustajului la ghidajul trapezoidal

Se consideră mai bună varianta constructivă A, cu $\varphi_1 > \varphi_2$, deoarece jocul realizat între suprafețele înclinate ale componentelor favorizează păstrarea lubrifiantului, deteriorările muchiilor canalului nu influențează funcționarea, iar rodajul eventual este mai ușor. Linia de contact între coadă și canal se află la distanța h_1 de la suprafețele coplanare (fig. 4). Se pot scrie relațiile :

$$A_g - A_c = e_x; \quad A_g = a_g + \frac{2h_1}{2\varphi_1};$$

$$A_c = a_c + \frac{2h_1}{\operatorname{tg}\varphi_2}$$

Considerînd cota nominală a canalului ca referință, cîmpurile de toleranță ar trebui dispuse ca în figura 4, b. Jocul e_M rezultă din condiția de joc maxim admis. În condițiile de fabricație de serie, toleranțele rezultate conform acestei scheme sînt prea mici. Este convenabil ca ajustajele să se realizeze prin împerechere, deci cîmpurile de toleranță se vor dispune ca în figura 5. Toleranțele ΔA_g și ΔA_c se aleg în clasele de calitate 8 și 9.

Dimensiunile canalului și cozii ghidajului trapezoidal se calculează cu relațiile :

$$a_{gm} = A_{gm} - \frac{2h_1}{\operatorname{tg}(\varphi_1 + \Delta\varphi)}; \quad a_{cm} = A_{cm} - \frac{2h_1}{\operatorname{tg}\varphi_2}$$

$$a_{gM} = A_{gM} - \frac{2h_1}{\operatorname{tg}\varphi_1}; \quad a_{cM} = A_{cM} - \frac{2h_1}{\operatorname{tg}(\varphi_2 - \Delta\varphi)}$$

$$\Delta a_g = a_{gM} - a_{gm}; \quad \Delta a_c = A_{cM} - a_{cm}$$

$$A_{cM} = A_{gm} + \frac{\Delta A_g + \Delta A_c}{2} - \bar{J};$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 - (1{,}5 \div 2)\Delta\varphi; \quad \Delta\varphi \simeq \frac{\Delta}{4h_1}\sin^2\varphi$$

Rezultă cotele și toleranțele ce se trec pe desen :

$$a_{gm}^{+\Delta a_g}{}_{+0,00}\,; \quad \varphi_1^{+\Delta\varphi}{}_{+0,00}$$

$$a_{cM}^{0,00}{}_{-\Delta a_c}\,; \quad \varphi_2^{0,00}{}_{-\Delta\varphi}$$

$\bar{J}$ este jocul nominal impus.

$$j = \frac{a_g}{2}\,\mathrm{tg}\,\varphi_1\,; \qquad \Delta j = \frac{\Delta a_g}{2}\,\mathrm{tg}\,\varphi_1\,;$$

lele cu direcția de deplasare a culisei. În astfel de situație este recomandabil să se realizeze microrelief regulat special, pentru reținerea lubrifiantului. Caracteristica de plasticitatea suprafețelor rugoase se recomandă : $K > 160$ daN/mm^2.

Se pot folosi următoarele materiale : Bz 10 + Am x 4; Bz 10 — OL 20 C 130; Cu Zn 39 Pb — Bz 10; Cu Zn 39 Pb — OL 20 C 130; bronz cu grafit 2% sinterizat — OL 20 C 130; Bz 10 — Al Mg 5 — cu suprafață durificată și alte combinații, funcție de solici-

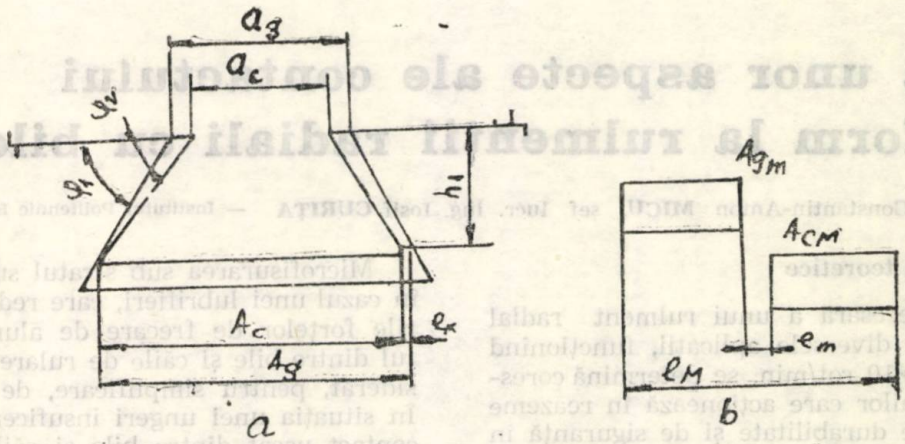


Fig. 4

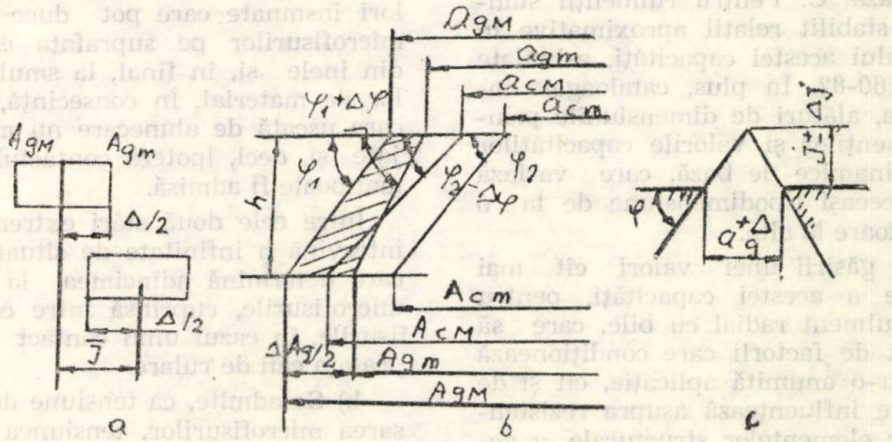


Fig. 5

Condiții tehnice de execuție

Rugozitatea recomandată este $R_a = 0{,}35$ μm, iar abaterile de planeitate 3 μm. Suprafețele active se obțin prin frezare frontală sau rectificare. Urmele de prelucrare de pe o suprafață activă nu trebuie să fie paralele cu cele de pe suprafață cu care vine în contact. Direcțiile urmelor de prelucrare să nu fie paralele cu direcția de mișcare.

Dacă suprafețele active sînt rectificate cu periferia pietrei abrazive, rezultă rizuri para-

tări, condiții de lucru, regim de lucru, precizia de ghidare.

Verificări de rezistență

În cazul ghidajelor verticale cu încărcare excentrică (autocentrare), contactul pieselor cuplei se face pe o linie pe suprafețele coplanare în partea de sus și pe cîte o linie sau puncte pe suprafețele înclinate în partea de jos. Partea centrală a culisei nu lucrează, deci se poate degaja pentru micșorarea frecă-

rii vîscoase. Distanța dintre zonele de contact (superioară și inferioară) se recomandă mai mare de trei ori lungimea de autoblocare. Se face verificarea la presiunea de contact. Este recomandabil să se utilizeze lubrifiant cu rezistență mare la strivire a stratului limită (minimum 7 daN/mm^2) și vîscozitate medie pentru evitarea autooscilațiilor (UM 170 Li Ca 2).

Solicitările cele mai mari în ghidaj rezultă la ridicarea culisei.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Demian, T., Pascu, A.:* Lagăre și ghidaje pentru aparate. Ed. Ac. Române, București, 1980.

[2] *Dumitrescu, N.:* Metodă și aparat pentru evaluarea rugozității și capacității portante a suprafețelor. Construcția de Mașini, nr. 12, 1984, București.

[3] *Dumitrescu, N.:* Metodă pentru determinarea rezistenței și grosimii stratului limită de lubrifiant. Calitatea producției și metrologie, nr. 10 1973, București.

CZ : 621.822.71

Asupra unor aspecte ale contactului punctiform la rulmenții radiali cu bile

Conf. dr. ing. Constantin-Anton **MICU**, șef lucr. ing. Iosif **CURIȚA** — Institutul Politehnic București

Considerații teoretice

Mărimea necesară a unui rulment radial cu bile pentru diversele aplicații, funcționînd la o turație $n>10$ rot/min, se determină corespunzător sarcinilor care acționează în reazeme și cerințelor de durabilitate și de siguranță în exploatare, pe baza unui parametru caracteristic important — capacitatea de încărcare dinamică de bază. *C*. Pentru rulmenții standardizați s-au stabilit relații aproximative în vederea calculului acestei capacități, asimilate și de STAS 7160-82. În plus, cataloagele indică totdeauna, alături de dimensiunile principale ale rulmenților și valorile capacităților de încărcare dinamice de bază, care variază mult pentru aceeași tipodimensiune de la o firmă producătoare la alta.

Posibilitatea găsirii unei valori cît mai corespunzătoare a acestei capacități, pentru orice tip de rulment radial cu bile, care să țină seama atît de factorii care condiționează mărimea sa într-o anumită aplicație, cît și de fenomenele care influențează asupra rezistenței materialelor elementelor structurale, a generat ideea conceperii unei metodici de calcul adecvate. La elaborarea acestei metodici s-a pornit de la următoarele premize :

a) Dacă pentru rulmenții aflați în repaus și încărcați corect durata de viață este practic nelimitată, la cei în mișcare sub sarcină, lubrifiați și etanșați în mod normal, durabilitatea este limitată, în general, din cauza fenomenelor de oboseală ce apar în straturile superficiale ale elementelor în contact. Semnele acestei oboseli apar cu precădere pe suprafața căii de rulare a inelului care se rotește și se manifestă inițial printr-o microfisurare sub sau în stratul superficial.

Microfisurarea sub stratul superficial apare în cazul unei lubrifieri, care reduce mult valorile forțelor de frecare de alunecare, contactul dintre bile și căile de rulare putînd fi considerat, pentru simplificare, de tip hertzian. În situația unei ungeri insuficente sau a unui contact uscat dintre bile și căile de rulare, tensiunile în suprafața de contact, datorate forțelor de frecare de alunecare, capătă valori însmnate care pot duce la amorsarea microfisurilor pe suprafața căilor de rulare din inele și, în final, la smulgerea particulelor de material. În consecință, forțele de frecare uscată de alunecare nu mai pot fi neglijate și, deci, ipoteza contactului hertzian nu mai poate fi admisă.

Între cele două stări extreme ar putea să intervină o infinitate de situații intermediare, care determină adîncimea la care se produc microfisurile, cuprinsă între cea la care apar fisurile, în cazul unui contact hertzian, și suprafața căii de rulare.

b) Se admite, ca tensiune decisivă în amorsarea microfisurilor, tensiunea principală tangențială maximă sau o tensiune echivalentă [5]. Aceasta poate atinge, în cazul contactului de tip hertzian, valoarea maximă la adîncimea z_0, care depinde de raportul semiaxelor elipsei de contact. De exemplu, pentru raportul semiaxelor $\frac{b}{a}=0{,}5$ rezultă $\tau_{max}=0{,}325\,\sigma_{kmax}$, care are loc pentru $z_0=0{,}34$ a, $\sigma_{k\,max}$ fiind tensiunea normală maximă de contact, [6]. În cazul contactului cu frecare, valoarea tensiunii tangențiale maxime și poziția acesteia nu au fost încă determinate.

c) Pentru mărimea capacității de încărcare dinamice de bază *C* a unui rulment radial cu

bile prezintă o deosebită importanță numărul de solicitări repetate, respectiv numărul contactelor suportate de orice punct al căilor de rulare ale inelelor din partea corpurilor de rostogolire, la rotirea sub sarcină de direcție constantă, fie că se rotește inelul interior, fie cel exterior. La fiecare rotație a coliviei față de unul din inele, peste un punct al căii de rulare al inelului respectiv trec toate corpurile de rostogolire. Astfel, pentru inelul interior rotitor, frecvența solicitărilor repetate suportate de orice punct al căii de rulare este:

$$f_i = 0{,}5 n_i \left(1 + \frac{d_b}{D_c} \cos\alpha\right) \frac{z}{2} \text{ [solic./min]}, \quad (1)$$

unde :

D_c reprezintă diametrul cercului centrelor bilelor, în [mm] ;

d_b — diametrul bilelor, în [mm] ;

z — numărul bilelor pe un singur rînd ;

α — unghiul nominal de contact, care în cazul considerat este zero.

În fiecare punct de contact, în materialul căii de rulare se amorsează o stare de tensiune spațială. În cazul în care inelul exterior este fix iar cel interior rotitor, tensiunile de contact variază corespunzător unei încărcări cu o sarcină variabilă după un ciclu pulsator, între limitele 0 și cota parte din sarcina aplicată rulmentului, corespunzătoare unei bile. În cazul în care sarcina aplicată rulmentului este egală cu C, sarcina maximă aplicată unei bile va fi $Q = \frac{C}{m}$ unde $m = 1 + 2\cos^{5/2}\beta + 2\cos^{5/2}2\beta + \ldots + 2\cos^{5/2} n\beta$, cu condiția ca $n\beta \leqslant 90°$, în care β este unghiul la centru între două bile succesive. Variația tensiunii de contact determină caracterul și natura distrugerii căilor de rulare ale rulmenților (uzura datorită oboselii de contact) [1, 2, 3, 4, 5].

La rulmenții radiali, sarcina acționează numai asupra a $\frac{z}{2}$ bile, respectiv bilele sînt solicitate în cazul rotației inelului interior doar pe jumătatea inferioară a rulmentului.

Calculul capacității de încărcare dinamice de bază

Generalități. Pentru calcul s-au admis două situații :

— **contact de tip hertzian** între bile și căile de rulare (neglijîndu-se frecarea) ;

— **contact cu frecare** între aceleași elemente.

Relațilie de calcul al capacității de încărcare dinamice de bază și modul de stabilire a acestora corespunzător contactului hertzian sînt prezentate în lucrările [7 și 8].

În cazul contactului cu frecare, stabilirea unor relații pentru calculul capacității de încărcare dinamice de bază a fost îngreunată de lipsa unor expresii analitice pentru determinarea tensiunilor ce apar în materialele elementelor în contact, în ipoteza solicitării acestora cu forțe avînd o altă direcție decît normala comună în punctul de contact. Din această cauză, a fost nevoie să se elaboreze în prealabil relațiile pentru calculul tensiunilor, în cazul în care un element este solicitat cu forțe ce acționează în suprafața sa, distribuite după o lege dată. Aceste tensiuni, însumate cu cele rezultate din contactul de tip hertzian (forță normală pe suprafață), asigură determinarea stării de tensiuni căutate.

Pentru stabilirea tensiunilor într-un element solicitat cu forțe distribuite în suprafață după o lege oarecare, s-au rezolvat următoarele probleme :

— determinarea tensiunilor în cazul unei sarcini concentrate care acționează în planul limită al semispațiului ;

— calculul tensiunilor în situația unor forțe distribuite după o lege elipsoidală pe o suprafață de contact eliptică.

Determinarea tensiunilor în cazul unei sarcini concentrate care acționează în planul limită al semispațiului. În scopul determinării tensiunilor s-au utilizat metoda Boussinescq pentru stabilirea unor soluții particulare ale ecuațiilor lui Lamé cu ajutorul funcțiilor armonice [7]. S-au studiat soluții de tipul :

$$\begin{cases} u = \varphi_1 + z\dfrac{\partial\psi}{\partial x}, \\ v = \varphi_2 + z\dfrac{\partial\psi}{\partial y}, \\ w = \varphi_3 + z\dfrac{\partial\psi}{\partial z}, \end{cases}$$

în care :

φ_1, φ_2, φ_3, și ψ sînt funcții armonice care s-au determinat astfel încît să fie satisfăcute ecuațiile lui Lamé și condițiile de contur ; u, v, $și$ w — deplasările după cele trei axe de coordonate.

În urma unor calcule laborioase s-au obținut pentru tensiuni următoarele relații :

$$\sigma'_x = KA_x, \quad \sigma'_y = KA_y, \quad \sigma'_z = KA_z,$$

$$\tau'_{xy} = KA_{xy}, \quad \tau'_{yz} = KA_{yz}, \quad \tau'_{zx} = KA_{zx}$$

în care :

$$A_x = \frac{\lambda_x}{r^3\,(k+1)} + 2G\left[\frac{x}{r^3} + \frac{k}{2\,(k+1)}\cdot\right.$$

$$\cdot\frac{x}{r^3\,(x^2+y^2)^3}\,(-3y^6 - 6x^2y^4 - 9y^4z^2 -$$

$$-3x^4y^2 - 6x^2y^2z^2 + 3x^4z^2 + 2x^2z^4 - 6y^2z^4) +$$

$$+\frac{xz^2}{2r^5\,(x^2+y^2)^3}\cdot(-6x^6 + 9y^6 + 12x^2y^4 +$$

$$+15y^4z^2 - 3x^4y^2 + 10x^2y^2z^2 - 5x^4z^2 -$$

$$-2x^2z^4 + 6y^2z^4) +$$

$$\left.+\frac{xz}{(k+1)\,(x^2+y^2)^3}\,(3y^2 - x^2)\right];$$

$$A_y = \frac{\lambda_x}{r^3\,(k+1)} + 2G\left[\frac{kx}{2r^3\,(k+1)\,(x^2+y^2)^3}\cdot\right.$$

$$\cdot(-x^6 + 2y^6 + 3x^2y^4 + 6x^2y^2z^2 + 9y^4z^2 +$$

$$+6y^2z^4 - 3x^4z^2 - 2x^2z^4) + \frac{xz^2}{2r^5\,(x^2+y^2)^3}\cdot$$

$$\cdot(3x^6 - 12y^6 - 21x^2y^4 - 6x^4y^2 - 15y^4z^2 -$$

$$-10x^2y^2z^2 + 5x^4z^2 - 6y^2z^4 + 2x^2z^4) +$$

$$\left.+\frac{xz\,(x^2-3y^2)}{(k+1)\,(x^2+y^2)^3}\right];$$

$$A_z = \frac{\lambda_x}{r^3\,(k+1)} +$$

$$+2G\left[\frac{x}{2r^3}\left(\frac{1}{k+1} - \frac{x^2+y^2-2z^2}{r^2}\right)\right];$$

$$A_{xy} = G\left[\frac{y}{r^3} + \frac{k}{k+1}\,\frac{y}{r^3\,(x^2+y^2)^3}\cdot\right.$$

$$\cdot(2x^6 - y^6 + 3x^4y^2 + 6x^2y^2z^2 +$$

$$+9x^4z^2 + 6x^2z^4 - 3y^4z^2 - 2y^2z^4) +$$

$$+\frac{yz^2}{r^5\,(x^2+y^2)^3}\cdot(-12x^6 + 3y^6 - 21x^4y^2 -$$

$$-6x^2y^4 - 10x^2y^2z^2 - 15x^4z^2 - 6x^2z^4 + 5y^4z^2 +$$

$$\left.+2y^2z^4) + \frac{2}{k+1}\,\frac{yz\,(y^2-3x^2)}{(x^2+y^2)^3}\right];$$

$$A_{yz} = 3G\,\frac{xyz}{r^5};$$

$$A_{zx} = \frac{Gz}{2r^3}\left[1 + \frac{3x^2}{r^2} + \frac{1}{(x^2+y^2)^2}\cdot\right.$$

$$\cdot[y^4 - 2x^4 - x^2y^2 + z^2\,(y^2 - x^2)] -$$

$$-\frac{1}{r^2\,(x^2+y^2)^2}\cdot[2y^6 - 4x^6 - 6x^4y^2 - y^4z^2 +$$

$$\left.+2x^4z^2 + x^2y^2z^2 + z^2\,(y^2+x^2) +\right.$$

$$\left.+z^2\,(4y^4 - 4x^4 + y^2z^2 - x^2z^2)]\right\};$$

$$K = -\frac{dF}{2\pi G};\qquad \lambda = \frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)};$$

$$k = \frac{2\nu}{1-2\nu}$$

În ultimele relații, semnificațiile notațiilor sînt :

ν — coeficientul lui Poisson al materialului ;

E — modulul de elasticitate longitudinal al materialului ;

G — modulul de elasticitate transversal al materialului ;

dF — sarcina concentrată în planul limită al semispațiului.

Calculul tensiunilor în cazul unor forțe distribuite după o lege elipsoidală în suprafața de contact eliptică (numai cu frecare). Se consideră contactul dintre bilă și calea de rulare ca fiind o suprafață eliptică corespunzătoare contactului hertzian. Aceasta este o ipoteză simplificatoare, suprafața de contact reală fiind cea a unei elipse deformate spațial. De asemenea, s-a admis că distribuția presiunilor pe suprafața elipsei de contact este elipsoidală.

În fiecare element de suprafață al elipsei de contact se consideră că acționează o forță de frecare elementară, care se calculează cu relația $dF = \mu\,.p.dA$, în care μ este coeficientul de frecare de alunecare, p — presiunea specifică de contact, iar dA — aria elementului de suprafață. Se știe că presiunea în cazul unei distribuții elipsoidale este de forma :

$$p = p_0\sqrt{1 - \left(\frac{x_i}{a}\right)^2 - \left(\frac{y_i}{b}\right)^2}, \qquad (4)$$

unde : $p_0 = \frac{3}{2}\,\frac{Q}{\pi ab}$, Q fiind forța de apăsare dintre suprafețele în contact, iar x_i și y_i — coordonatele punctului considerat.

Se admite ipoteza simplificatoare că, pentru fiecare forță de frecare elementară, distribuția de tensiuni în material este cea din cazul forței concentrate dispusă în planul limită al semispațiului, stabilită la § 2.2. În continuare se consideră că, într-un punct oarecare situat în interiorul materialului, efectele forțelor de frecare elementare care acționează pe suprafața elipsei de contact se însumează datorită suprapunerii lor. Problema se rezolvă apoi numeric pe baza unui algoritm.

În acest scop se presupune un element al suprafeței elipsei de contact (fig. 1), al cărei centru se găsește în punctul $N_i(x_i, y_i, 0)$ și pe a cărei suprafață forța de frecare elementară este constantă și are mărimea egală cu forța de frecare elementară din punctul N_i, adică : $dF_i = \mu \cdot p_i \cdot dA_i$, în care dA_i este aria suprafeței elementare considerate.

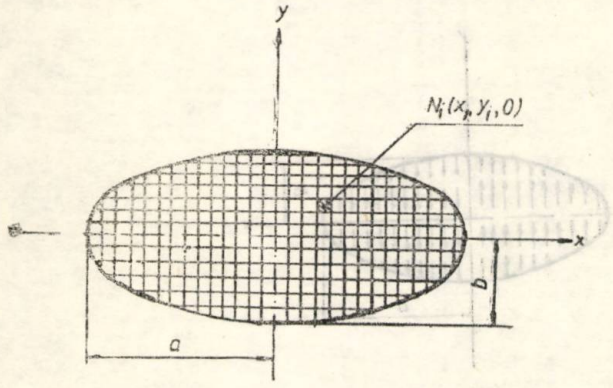


Fig. 1

Pentru determinarea tensiunilor produse de forțele de frecare elementare distribuite pe suprafața elipsei de contact, într-un punct oarecare M (x', y', z' — fig. 2), dispus în interiorul materialului la o adîncime z', se însumează valorile tensiunilor datorate forțelor de frecare elementare ce acționează pe suprafețele elementare. În acest scop, pentru fiecare suprafață elementară cu centrul în N_i, se face o translație a sistemului de axe în centrul acesteia și se calculează, cu relațiile stabilite, valorile tensiunilor σ'''_{xi}, σ'''_{yi}, σ'''_{zi}, $\tau'''_{x_iy_i}$, $\tau'''_{x_iz_i}$, $\tau'''_{y_iz_i}$ în punctul M, în care

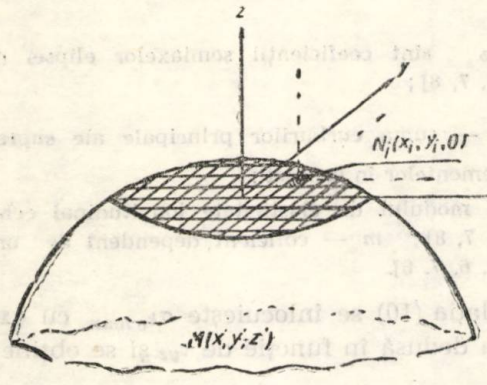


Fig. 2

$$K_i = -\frac{\mu p_0 dA_i \sqrt{1-\left(\frac{x}{a}\right)^2-\left(\frac{y}{b}\right)^2}}{2\pi G}, \quad (5)$$

$(i = 1,2 \ldots n)$

și ale cărui coordonate devin : $x = x' - x_i$, $y = y' - y_i$ și $z = z'$.

Ținîndu-se seama de expresia lui K_i, relațiile lui σ'''_{x_i}, σ'''_{y_i}, σ'''_{z_i}, $\tau'''_{x_iy_i}$, $\tau'''_{x_iz_i}$ și $\tau'''_{y_iz_i}$ mai pot fi puse sub forma : $\sigma'''_{x_i} = p_0 K'_i A_{x_i}$, $\sigma'''_{y_i} = p_0 K'_i A_{y_i}$, $\sigma'''_{z_i} = p_0 K'_i A_{z_i}$, $\tau'''_{x_iy_i} = p_0 K'_i A_{x_iy_i}$, $\tau'''_{x_iz_i} = p_0 K'_i A_{x_iz_i}$, $\tau'''_{y_iz_i} = p_0 K'_i A_{y_iz_i}$, (6)

unde :

$$K'_i = \frac{\mu dA_i \sqrt{1-\left(\frac{x}{a}\right)^2-\left(\frac{y}{b}\right)^2}}{G2\pi}$$

În final, tensiunile din punctul M, datorate forțelor de frecare elementare ce acționează pe suprafața de contact, se calculează prin însumarea tensiunilor în acest punct, produse de forțele ce acționează pe suprafețele elementare, utilizîndu-se relațiile :

$$\sigma''_x = \sum_{i=1}^{n} \sigma'''_{x_i} = p_0 \sum_{i=1}^{n} K'_i A_{x_i};$$

$$\sigma''_{y_i} = \sum_{i=1}^{n} \sigma''_{y_i} = p_0 \sum_{i=1}^{n} K'_i A_{y_i};$$

$$\sigma''_z = \sum_{i=1}^{n} \sigma'''_{z_i} = p_0 \sum_{i=1}^{n} K'_i A_{z_i};$$

$$\tau''_{xy} = \sum_{i=1}^{n} \tau'''_{x_iy_i} = p_0 \sum_{i=1}^{n} K'_i A_{x_iy_i};$$

$$\tau''_{xz} = \sum_{i=1}^{n} \tau'''_{x_iz_i} = p_0 \sum_{i=1}^{n} K'_i A_{x_iz_i};$$

$$\tau''_{yz} = \sum_{i=1}^{n} \tau'''_{yz} = p_0 \sum_{i=1}^{n} K'_i A_{yz} \quad (7)$$

Prin aplicarea acestei metode de calcul al tensiunilor, a apărut posibilitatea analizării stării de tensiuni în interiorul materialului, în cazul în care forțele conținute în suprafața de contact își schimbă sensul în diferite zone ale acesteia. Asemenea situații sînt prezentate schematic în figura 3. Cazul din figura 3, a apare la funcționarea normală a rulmenților, cînd contactul fără alunecare se realizează în lungul unor linii dispuse la o distanță $|x| = k'_i a$, a fiind semiaxa mare a elipsei de contact. Situația din figura 3, b corespunde schematic momentului în care bila se rotește în jurul axei, proprii.

Determinarea tensiunilor totale în cazul contactului real. În cazul contactului real, corpurile în contact sînt supuse atît unei sar-

cini normale datorită apăsării, cît și unei sarcini tangențiale produse de forța de frecare de alunecare, care apare în situația mișcării relative a corpurilor.

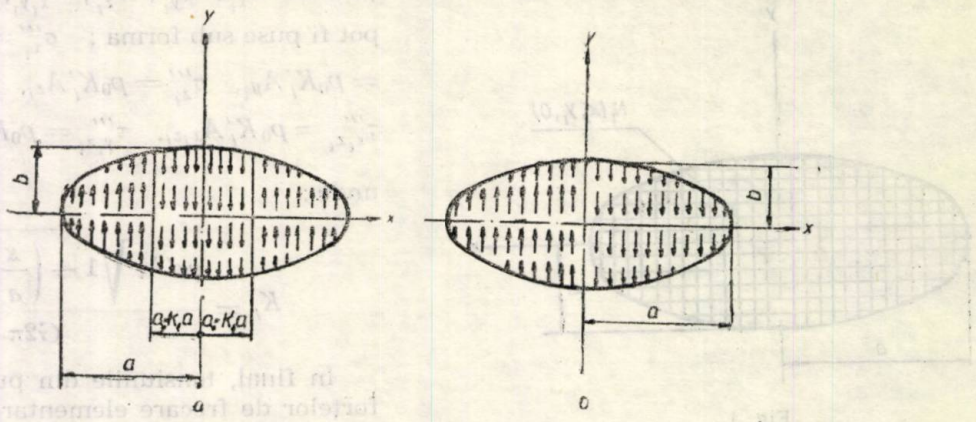


Fig. 3

În suprafața de contact sarcina normală generează în corpurile în contact tensiuni de tip hertzian, iar sarcina tangențială tensiuni de tipul celor tratate în paragraful anterior.

Tensiunile totale în **M**, produse atît de forțele de frecare, cît și de sarcina nominală, se calculează, prin suprapunerea efectelor cu relațiile :

$$\sigma_x = \sigma'_x + \sigma''_x; \quad \sigma_y = \sigma'_y + \sigma''_y; \quad \sigma_z = \sigma'_z + \sigma''_z;$$
$$\tau_{xy} = \tau'_{xy} + \tau''_{xy}; \quad \tau_{xz} = \tau'_{xz} + \tau''_{xz};$$
$$\tau_{yz} = \tau'_{yz} + \tau''_{yz}, \tag{8}$$

în care : σ'_x, σ'_y, σ'_z, τ'_{xy}, τ'_{xz} și τ'_{yz} sînt tensiunile datorate solicitărilor de tip hertzian care se determină cu relațiile cunoscute [6]. Deoarece și în aceste relații p_0 poate fi dat ca factor comun, tensiunile în punctul **M** pot fi puse și sub forma :

$$\sigma_x = p_0 B_x, \quad \sigma_y = p_0 B_y, \quad \sigma_z = p_0 B_z, \tag{9}$$
$$\tau_{xy} = p_0 B_{xy}, \quad \tau_{xz} = p_0 B_{xz}, \quad \tau_{yz} = p_0 B_{yz},$$

unde B_x, B_y, B_z, B_{xy}, B_{xz} și B_{yz} au expresii similare lui A_x, A_y, A_z, A_{xy}, A_{xz} și A_{yz}.

Stabilirea relației capacității de încărcare dinamice de bază. Se știe că presiunea maximă p_0 în centrul suprafeței de contact este egală cu tensiunea normală de contact maximă, σ_{k_0}. Odată cu variația lui p_0 și σ_{k_0} va varia între limitele 0 și valorea sa maximă. Se admite, așa cum s-a mai menționat, drept cauză principală a apariției microfisurilor tensiunea $\tau_{yz} = \sigma_{k_0} B_{yz}$.

Determinîndu-se pe cale experimentală valorile lui τ_{yz}, se poate calcula $\sigma_{k_0} = \dfrac{\tau_{yz}}{B_{yz}}$.

Utilizîndu-se relația tensiunii normale maxime din lucrările [1, 2, 3, 6] în care se înlocuiește forța radială totală aplicată rulmentului, F_r, prin capacitatea de încărcare dinamică de bază C [8, 9], se obține expresia tensiunii de contact maxime :

$$\sigma_{k_0\,\max} = \frac{1}{\pi} \frac{1}{n_a \cdot n_b} \sqrt[3]{\frac{3}{2} \left(\frac{\sum \frac{1}{\rho}}{E_e} \right)^2 \frac{C}{m}}, \tag{10}$$

în care :

n_a, n_b sînt coeficienții semiaxelor elipsei de contact [6, 7, 8] ;

$\sum \frac{1}{\rho}$ — suma curburilor principale ale suprafețelor elementelor în contact ;

E_a — modulul de elasticitate longitudinal echivalent [6, 7, 8] ; m — coficient dependent de unghiul β [1, 6, 7, 8].

În relația (10) se înlocuiește $\sigma_{k_0\,\max}$ cu expresia sa dedusă în funcție de τ_{yz} și se obține ;

$$\frac{\tau_{yz\,\max}}{B_{yz}} = \frac{1}{\pi} \frac{1}{n_a n_b} \sqrt[3]{\frac{3}{2} \left(\frac{\sum \frac{1}{\rho}}{E_e} \right)^2 \frac{C}{m}}$$

De aici se poate stabili relația de calcul al lui C și anume :

$$C = (\pi n_a n_b)^3 \left(\frac{\tau_{yz\,\max}}{B_{yz}} \right)^3 \frac{2}{3} \left(\frac{E_e}{\sum \frac{1}{\rho}} \right)^2 \cdot m$$

sau

$$C = 20{,}67 m \cdot n_a^3 \cdot n_b^3 \frac{\tau^3_{yz\,\max}}{B^3_{yz}} \left(\frac{E_e}{\sum \frac{1}{\rho}} \right)^2 \tag{11}$$

Este evident că asupra capacității de încărcare dinamice de bază influențează în mod direct și coeficientul de frecare la contactul dintre corpurile și căile de rulare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Demian, T.:* Elemente constructive de mecanică fină. Editura didactică și pedagogică, București, 1980.

[2] *Fröhlich, J.:* Technika ulczeni s valivymiložizsky, SNTL — Nakladatelstvi technicke literatury, Praha, 1978.

[3] *Harris, T.A.:* Rolling Bearing Analysis. Editura John Wiley & Sons, Inc., New York-London-Sydney, 1966.

[4] *Manea, Gh., ș.a.:* Organe de mașini, vol. II. Editura tehnică, București, 1958.

[5] *Popinceanu, N.G., Diaconescu, S.N., Crețu, S. Sp.:* Decisive Stresses in Rolling Contact Fatique. In Wear, 1980.

[6] *Ponomariov, S.D.:* Calculul de rezizstență în construcția de mașini vol. II. Editura Tehnică, București, 1958.

[7] *Filonenco-Borodici, M.M.:* Teoria elasticității. Editura tehnică, București, 1952.

[8] *Micu, C.A., Curița, I.:* Asupra calculului capacității de încărcare dinamice de bază în cazul rulmenților miniaturali radiali cu bile. Tribotehnca 82, Ploiești.

[9] *Micu, C.A., Curița, I.:* Influența parametrilor geometrici ai căilor de rulare asupra capacității de încărcare dinamice de bază a rulmenților cu bile. Construcția de mașini, 12/1984.

CZ : 621.833

Separarea excentricității alezajului roții dințate față de centrul geometric al danturii, în urma determinării variației distanței de măsurat dintre axe, la roți dințate de mecanică fină realizate din materiale plastice

Șef lucr dr. ing. Gerhard **PURI**, șef lucr. ing. Alfred **POMMERSHEIM**, ing. Valentin **PAU** — Institutul Politehnic Timișoara

Introducere

Unul din indicii de precizie folosiți în cadrul criteriului de precize cinematică [1] este variația distanței de măsurat dintre axe, la o rotație completă a roții F''_{ir}, definită ca diferența dintre valoarea maximă și cea minimă a distanței de măsurat dintre axa roții etalon și cea roții care se verifică, la angrenarea fără joc și la o rotație completă a roții verificate.

Deoarece cauzele abaterii distanței de măsurat dintre axe sînt multiple, este utilă separarea influenței excentricității alezajului roții, de influențele date de dantură. Această separare permite luarea unor decizii de îmbunătățire a calității (sau preciziei de fabricație), deci a direcției în care trebuie acționat, mai ales la roți dințate de mecanică fină cu modul $m<1$ mm, pentru care standardele noastre nu stabilesc toleranțe.

Principiul metodei

În urma determinărilor experimentale a variației distanței de măsurat între axe, se obține o înregistrare de forma celei din figura 1. Forma acestei curbe se datorește suprapunerii peste o sinusoidă (dată de excentricitatea alezajului) a influențelor de la nivelul danturii (variația grosimii dintelui, abaterea de la profilul evolventic, abaterea pasului de bază etc.), care, la roți dințate obținute din mase

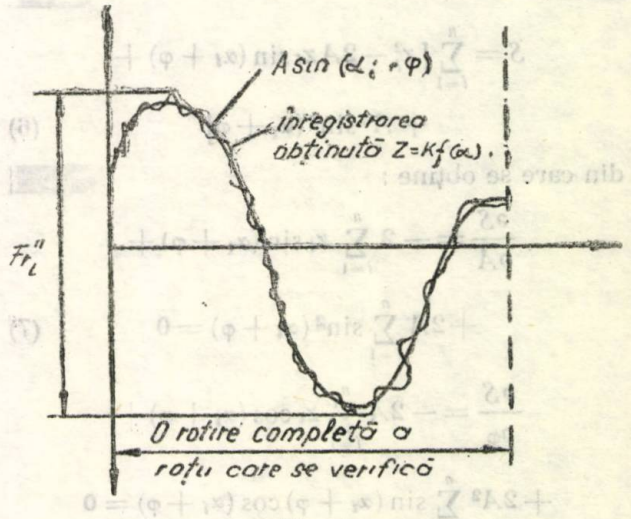


Fig. 1

plastice prin injecție, pot avea o mare importanță. Influența erorilor danturii asupra variației distanței dintre axe se va determina cu relația :

$$F_{ir}'' = kf(\alpha) - A \sin(\alpha_i + \varphi), \quad (1)$$

unde k reprezintă factorul de scară al înregistrării.

Pentru determinarea excentricității alezajului roții, trebuie determinată amplitudinea A a sinusoidei. Apare în plus și defazajul φ, care la fiecare determinare este altul, începutul înregistrării fiind ales aleatoriu.

O posibilitate de determinare a funcției:

$$y = A \sin(\alpha_i + \varphi) \quad (2)$$

este dată de regresia neliniară. În acest sens trebuie căutat minimul sumei :

$$S = \sum_{i=1}^{n} [z(\alpha) - A \sin(\alpha + \varphi)]^2 \quad (3)$$

care exprimă minimul abaterilor patratice ale curbei înregistrate $z(\alpha) = kf(\alpha)$.

Pentru aceasta, se notează cu z_i valoarea funcției z (din diagrama înregistrată, ținînd cont de scară) pentru diferite unghiuri α_i. Suma S devine în acest caz :

$$S = \sum_{i=1}^{n} [z_i - A \sin(\alpha_i + \varphi)]^2 \quad (4)$$

Minimul acestei sume se obține pentru următoarele condiții :

$$\frac{\partial S}{\partial A} = 0 \quad \text{și} \quad \frac{\partial S}{\partial \varphi} = 0 \quad (5)$$

După ridicarea la patrat a relației 4, rezultă :

$$S = \sum_{i=1}^{n} [z_i^2 - 2Az_i \sin(\alpha_i + \varphi) + A^2 \sin^2(\alpha_i + \varphi)] \quad (6)$$

din care se obține :

$$\frac{\partial S}{\partial A} = -2 \sum_{i=1}^{n} z_i \sin(\alpha_i + \varphi) + 2A \sum_{i=1}^{n} \sin^2(\alpha_i + \varphi) = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial S}{\partial \varphi} = -2A \sum_{i=1}^{n} z_i \cos(\alpha_i + \varphi) + 2A^2 \sum_{i=1}^{n} \sin(\alpha_i + \varphi) \cos(\alpha_i + \varphi) = 0$$

Rezultă următorul sistem de ecuații :

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} z_i \sin(\alpha_i + \varphi) - A \sum_{i=1}^{n} \sin^2(\alpha_i + \varphi) = 0 \\ \sum_{i=1}^{n} z_i \cos(\alpha_i + \varphi) - A \sum_{i=1}^{n} \sin(\alpha_i + \varphi) \cos \cdot \\ \cdot(\alpha_i + \varphi) = 0 \end{cases} \quad (9)$$

din a cărui rezolvare se obține excentricitatea A. Sistemul (9) se poate scrie și sub forma:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} \sin(\alpha_i + \varphi)[z_i - A \sin(\alpha_i + \varphi)] = 0 \\ \sum_{i=1}^{n} \cos(\alpha_i + \varphi)[z_i - A \sin(\alpha_i + \varphi)] = 0 \end{cases} \quad (10)$$

și poate fi rezolvat cu ajutorul tehnicii de calcul prin realizarea unui program pe calculator.

Algoritmul de calcul

Rezolvarea sistemului de ecuații (10) se efectuează iterativ cu metoda Newton, conform căreia o aproximație de ordinul $(n+1)$ a soluției, se obține din aproximația de ordinul n :

$$x^{n+1} = x^n + C^n \quad (11)$$

în care s-a notat cu :

x^n — aproximația de ordinul n ;
x^{n+1} — aproximația de ordinul $(n+1)$;
C^n — corecția.

Corecția C^n se poate calcula cu relația :

$$C^n = -W^{-1} \cdot F(x^n) \quad (12)$$

în care :

$$x^n = \begin{vmatrix} x_1^n \\ x_2^n \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} A^n \\ y^n \end{vmatrix} \quad (13)$$

$$F(x^n) = \begin{vmatrix} F_1(x^n) \\ F_2(x^n) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{\partial S(x^n)}{\partial x_1} \\ \frac{\partial S(x^n)}{\partial x_2} \end{vmatrix} \quad (14)$$

(15)

$$W : \begin{vmatrix} \frac{\partial F_1(x^n)}{\partial x_1} & \frac{\partial F_1(x^n)}{\partial x_2} \\ \frac{\partial F_2(x^n)}{\partial x_1} & \frac{\partial F_2(x^n)}{\partial x_2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 S(x^n)}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 S(x^n)}{\partial x_1 \partial x_2} \\ \frac{\partial^2 S(x^n)}{\partial x_1 \partial x_2} & \frac{\partial^2 S(x^n)}{\partial x_2^2} \end{vmatrix}.$$

Organigrama de calcul este prezentată în figura 2.

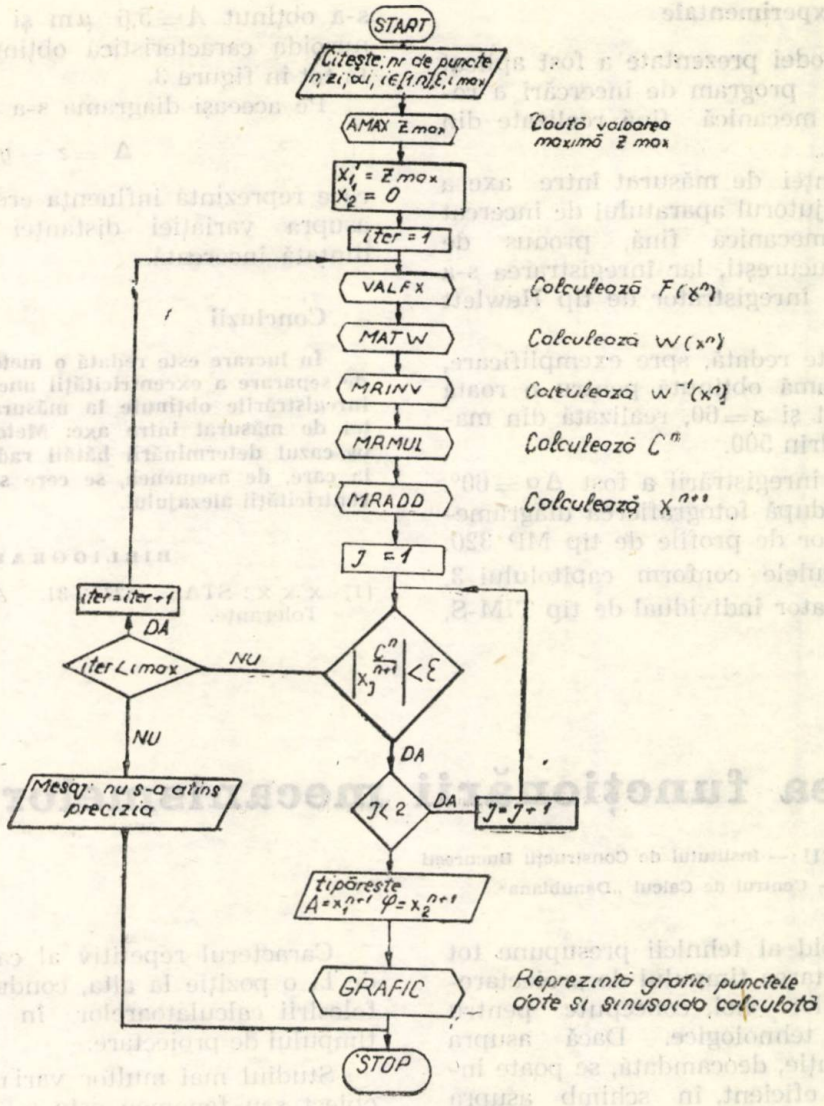

START
Citește: nr de puncte
AMAX Z max
Caută valoarea maximă Z max
iter = 1
VALFX
Calculează F(x^n)
MATW
Calculează W(x^n)
MRINV
Calculează W^-1(x^n)
MRMUL
Calculează C^n
MRADD
Calculează x^n+1
J = 1
iter = iter + 1
DA
iter < imax
NU
NU
DA
Mesaj: nu s-a atins precizia
J < 2
DA
J = J + 1
tipărește
GRAFIC
Reprezintă grafic punctele date și sinusoida calculată
STOP

Fig. 2

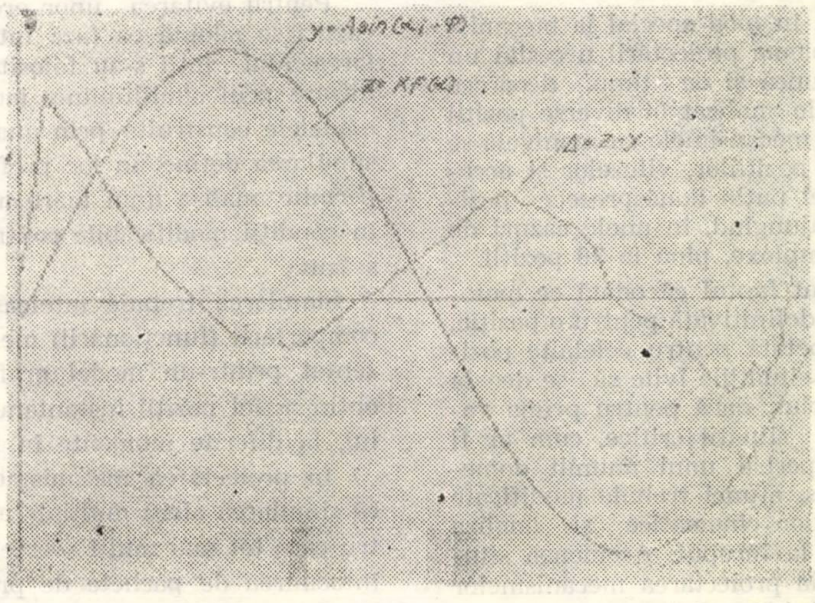


Fig. 3

Determinări experimentale

Principiul metodei prezentate a fost aplicat la realizarea unui program de încercări a roților dințate de mecanică fină realizate din materiale plastice.

Variația distanței de măsurat între axe a fost obținută cu ajutorul aparatului de încercat roți dințate de mecanică fină, produs de I.C.P.M.F.S. — București, iar înregistrarea s-a realizat pe un înregistrator de tip Hewlett Packard.

În figura 3 este redată, spre exemplificare, o astfel de diagramă obținută pentru o roată dințată cu $m=0,4$ și $z=60$, realizată din materialul plastic Delrin 500.

Pasul citirii înregistrării a fost $\Delta\alpha=60°$. Citirea s-a făcut după fotografierea diagramelor, pe un proiector de profile de tip MP 320.

Efectuînd calculele conform capitolului 3, pe un microcalculator individual de tip TIM-S, s-a obținut $A=5,6$ μm și $\varphi=-38,75°$; sinusoida caracteristică obținută este prezentată tot în figura 3.

Pe aceeași diagramă s-a redat și diferența:

$$\Delta=z-y \qquad (16)$$

care reprezintă influența erorilor de danturare asupra variației distanței între axe la roata dințată încercată.

Concluzii

În lucrare este redată o metodă practică și rapidă de separare a excentricității unei roți dințate, față de înregistrările obținute la măsurarea variației distanței de măsurat între axe. Metoda este aplicabilă și în cazul determinării bătăii radiale la roți dințate, la care, de asemenea, se cere separată influența excentricității alezajului.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x: STAS 6273—81. Angrenaje cilindrice. Toleranțe.

CZ: 621-231

Simularea funcționării mecanismelor

Dr. ing. Aurel **RAICU** — Institutul de Construcții București
Mat. D. **TOMESCU** — Centrul de Calcul „Danubiana"

Progresul rapid al tehnicii presupune tot mai pregnant scurtarea timpului de proiectare-execuție a mașinilor noi, concepute pentru anumite procese tehnologice. Dacă asupra timpului de execuție, deocamdată, se poate interveni mai puțin eficient, în schimb asupra timpului de proiectare se poate acționa esențial, grație calculatoarelor.

La mecanisme, în mod special la mecanismele cu bare, problema proiectării necesită un volum mare de muncă și de timp, deoarece mecanismul trebuie analizat în diverse poziții de lucru. Astfel, la mecansimele cu manivelă se recomandă studiul pozițiilor, vitezelor și accelerațiilor pentru cel puțin douăsprezece poziții ale manivelei, ajungînd, în unele cazuri de mecanisme mai complexe, pînă la 36 poziții.

Este însă evident faptul că odată ce metodica de studiu este definitivată pentru o poziție, aceasta trebuie repetată pentru celelalte poziții și în funcție de situațiile ivite să se decidă corespunzător. În plus, dacă pentru prima variantă aleasă apar situații critice, cum ar fi imposibilitatea acoperirii unui anumit domeniu de lucru impus, atunci trebuie modificate lungimile elementelor cinematice și analiza trebuie reluată de la început. Asemenea situații apar frecvent la proiectarea mecanismelor acționate cu cilindri hidraulici.

Caracterul repetitiv al calculelor efectuate, de la o poziție la alta, conduce la necesitatea folosirii calculatoarelor în scopul reducerii timpului de proiectare.

Studiul mai multor variante pentru același obiect sau fenomen este o metodă necesară pentru adoptarea unei decizii optimale.

Pentru evitarea unor erori mari, în multe cazuri se adoptă ca fază intermediară modelarea. Mai întîi s-au folosit modele fizce, realizate prin similitudine, iar apoi au apărut modelele construite prin analogie. În prezent, simularea deține un loc preferențial pentru că permite analiza unui mare număr de variante, în condiții modificabile controlat și la un preț scăzut.

Simularea trebuie înțeleasă ca o imitare a comportării (funcționării) mecanismului, reprezentat printr-un model grafic vizualizat. Se obțin astfel poziții instantanee ale mecanismului, la diferite momente în funcționarea sa.

În proiectarea mecanismelor se apreciază că simularea oferă multiple avantaje, fapt pentru care tot mai mulți cercetători se ocupă cu întocmirea de pachete de programe sau chiar limbaje specializate de simulare.

Printre avantajele oferite de studiul mecanismelor prin metoda simulării se numără [1] :

— reducerea substanțială a costului proiectării ;

— scurtarea duratei de obținere a soluției;

— creșterea numărului variantelor analizate ;

—posibilitatea de modificare controlată a parametrilor ;

— posibilitatea de revenire la starea inițială (spre deosebire de experimentarea pe model sau pe sistemul real cînd transformarea este de multe ori ireversibilă) ;

— posibilitatea conceperii de blocuri logice, reutilizabile și la mecanisme de altă configurație structurală ;

— posibilitatea vizualizării schemelor cinematice analizate într-o anumită poziție controlată de operator sau în poziții succesive gen „desen animat" ;

— eliminarea variantelor cu poziții imposibile în funcționarea mecanismelor ;

— reproducerea grafică, pe hîrtie, a variantei considerate acceptabile ;

— posibilitatea utilizării unor noi mijloace matematice în studiul mecanismelor, cum ar fi metodele statisticii matematice etc.

Din enumerarea acestor avantaje rezultă că simularea pregătește implementarea unor soluții fără riscuri majore. Trebuie reținut însă și faptul că simularea nu oferă soluția optimă, ci doar variante din care operatorul trebuie să aleagă pe cea considerată mai avantajoasă.

Ca exemplu, se va prezenta, în continuare, simularea mecanismului bielă-manivelă.

Mecanismul bielă-manivelă este unul din cele mai simple mecanisme, dar și foarte frecvent în structura mașinilor. Se poate afirma că este cel mai studiat mecanism cu bare. Există nenumărate metode grafice și analitice pentru studiul acestui mecanism. Proiectarea este, de asemenea, mult ușurată grație îndrumarelor de proiectare care conțin tabele cu valori și grafice, necesare în alegerea mecanismului pentru anumite condiții impuse : cursa la piston, viteza maximă, gabarit minim etc.

În cele ce urmează va fi prezentat un program conceput pentru simularea mecanismului bielă-manivelă, rulat pe un calculator INDEPENDENT.

Relațiile de calcul [2, 3], pentru determinarea pozițiilor cuplelor cinematice sînt simple. Ca notațiile din figura 1 se obține :

$$\begin{cases} x_B = r \cos \varphi \\ y_B = r \sin \varphi \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_C = r\left(1 - \cos \varphi + \dfrac{\lambda}{2} \sin^2 \varphi\right) \\ y_C = 0 \end{cases}$$

unde $\lambda = r/b$

La diverse valori ale unghiului φ care să acopere o rotație completă, se trasează segmentele de dreaptă AB și AC care vizualizează pe ecran configurația mecanismului bielă-manivelă și axele sistemului de referință.

Facilitățile programului sînt :

1. Doriți animație ?, cu răspunsul DA sau NU al operatorului.

2. Doriți desen sub controlul dvs. ?, cu răspunsul DA sau NU al operatorului.

3. Doriți hardcopy ?, cu răspunsul DA sau NU al operatorului.

4. Doriți marcarea capătului mobil al bielei ?, cu răspunsul DA sau NU al operatorului.

5. Numărul de rotații ?, indicat prin două cifre.

6. Doriți modificarea dimensiunilor?, cu răspunsul DA sau NU al operatorului. La prima rulare trebuie introduse dimensiunile manivelei și bielei și numărul de poziții intermediare la o rotație. Urmează apelarea subrutinelor INTT, DWINDO, TWINDO, MOVEA, VMARCA, POINTA, DRAWA, VCURSR, TSEND, HDCOPY, STERGE, LINIE, IOWAIT, FINITT, ERASE, ANMODE care generează simularea. O parte din subrutine fac parte din biblioteca calculatorului.

7. Doriți reluarea programului ?, cu răspunsul DA sau NU al operatorului.

De reținut este comanda 4 care figurează poziția curentă față de PMS (punctul mort superior) și vizualizează cilindreea prin distanța parcursă de piston față de poziția extremă.

În figura 2, sînt date cîteva poziții desenate pe hîrtie (hardcopy).

În încheiere se poate conchide că avantajele calculului automat s-au impus și în problemele de analiză și sinteză a mecanismelor. Calculul automat s-a dovedit mai operativ și mai precis decît calculul grafic. În plus, tehnica de calcul avansată permite vizualizarea rezultatelor nu numai prin rezultate cifrice ci prin diagrame, scheme etc., ceea ce la mecanisme este deosebit de important, deoarece în funcționare mecanismul reprezintă un desen animat.

Prin simulare cu ajutorul calculatorului se micșorează foarte mult timpul de obținere a soluției optime și la un preț de cost scăzut mult în raport cu metodele clasice. Simularea permite adoptarea soluțiilor fără riscuri majore în faza de execuție, experimentare și exploatare. Se impune deci, dezvoltarea cercetărilor pentru întocmirea unor programe de simulare a mecanismelor clasice sau speciale,

utilizate deja la unele mașini în scopul îmbunătățirii indicatorilor tehnici cum ar fi masa, gabaritul, consumul de energie pentru acționare etc. Proiectarea asistată de calculator este o tendință care se va impune în mod necesar în viitorul apropiat.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Rădăceanu, E.:* Limbaje de simulare. Ed. Militară, 1981.

[2] *Raicu, A.:* Mecanisme I.C.B., 1980 (pentru uzul studenților).

[3] *Petecuđi, Chr., ș.a.:* Algoritmi și programe pentru analiza mecanismelor. Editura Tehnică, 1982.

CZ : 621-231

Studiul cinematicii mecanismului tip cruce de Malta

Absolvent Adrian **TOTU** — Institutul Politehnic București

Descriere

Mecansimul tip cruce de Malta prezentat în figura 1 se compune din elementul de antrenare **1**, crucea de Malta 2 cu Z canale, rola

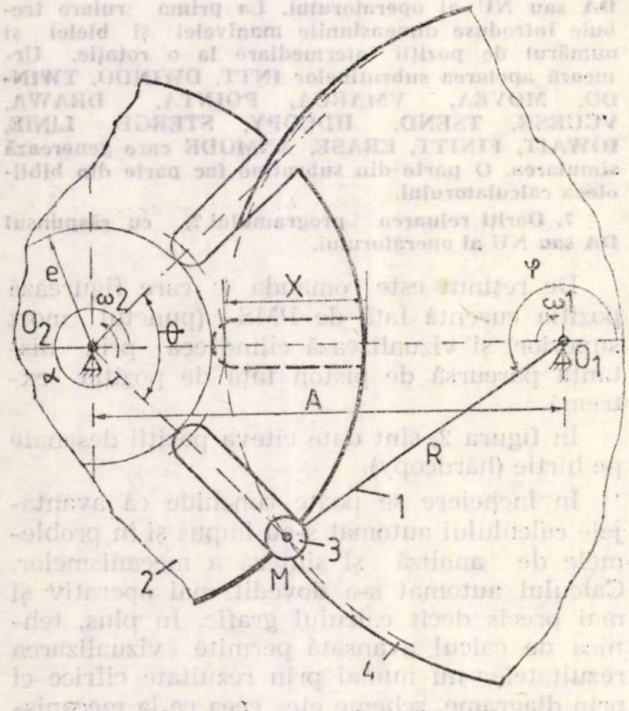


Fig. 1 Mecanismul tip cruce de Malta. Elemente constructive.

sau rulmentul 3, montat pe elementul conducător și pentru a se evita rotirea elementului conducător datorită inerției, se folosește piesa 4.

Mecanismul poate fi asimilat unui mecanism cu culisă prin transformarea cuplei superioare din punctul **M** într-o cuplă de translație (fig. 2).

Semnificația notațiilor din figurile 1 și 2 este următoarea :

A — distanța $O_1 O_2$, dintre axa de rotație a crucii de Malta și axa de rotație a elementului conducător;

R — raza elementului conducător ;

D (α) — raza (variabilă) a crucii de Malta ;

e — raza minimă posibilă de construcție a crucii de Malta ;

X — adîncimea canalului (fără rază de curbură);

d_r — diametrul rolă ;

φ — unghiul de poziție al elementului de antrenare ;

α — unghiul de poziție al crucii de Malta ;

θ — unghiul dintre două canale învecinate ;

ω_1 — viteza unghiulară a elementului de antrenare ;

ω_2 — viteza unghiulară a crucii de Malta ;

Z — numărul de canale al crucii de Malta.

Elemente de calcul cinematic

Relații de calcul. Domeniul de construcție. Ținînd cont de notațiile din figurile 1 și 2 putem scrie :

$$\theta = \frac{2\pi}{Z} \tag{1}$$

precum și :

$$\alpha_{max} = -\alpha_{min} = \frac{\theta}{2} = \frac{\pi}{Z} = \alpha_m \tag{2}$$

Din triunghiul $O_1 M O_2$ rezultă relația următoare :

$$R^2 = A^2 + D^2 - 2\,AD\cos\alpha \tag{3}$$

relațiile din care vom determina raza crucii de Malta ca fiind :

$$D^2 - 2\,AD\cos\alpha + (A^2 - R^2) = 0$$

$$D_{12} = A\cos\alpha \pm \sqrt{A^2\cos^2\alpha - A^2 + R^2}$$

$$D_{12} = A\left[\cos\alpha \pm \sqrt{K^2 - \sin^2\alpha}\right]$$

Pentru mecanismul din figura 2, soluția valabilă este cea care conține semnul minus în expresie :

$$\frac{D}{A} = \cos\alpha - \sqrt{K^2 - \sin^2\alpha}, \qquad (4)$$

În relațiile de mai sus s-a notat cu K raportul $\frac{R}{A}$, K fiind constanta mecanismului.

Relația (4) ne dă domeniul posibil de construcție a mecanismului tip cruce de Malta.

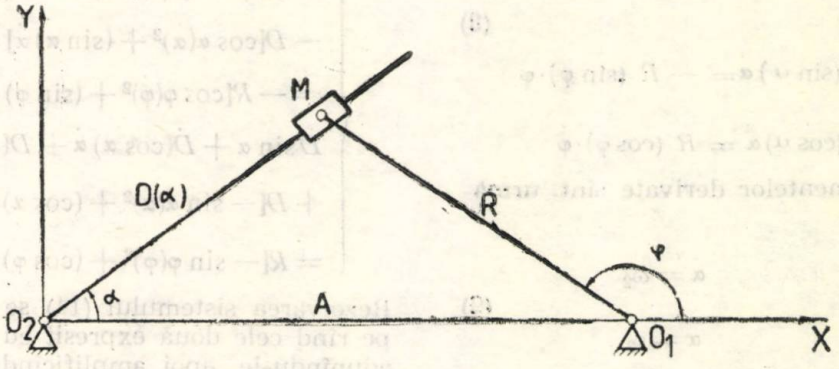


Fig. 2 Mecanism cu culisă.

Astfel, punîndu-se condiția de existență a radicalului :

$$K^2 - \sin^2\alpha \geqslant 0, \qquad (5)$$

va rezulta, în funcție de unghiul de poziție al crucii de Malta, unghiul α, domeniul de construcție, avîndu-se în vedere relațiile (1) și (2).

În figura 3 este reprezentat grafic modul în care variază valoarea constantei mecanismului, K, funcție de numărul de canale Z al crucii de Malta. Zona **I** reprezintă zona imposibilă de construcție a mecanismului ținîndu-se cont de respectarea relațiilor de mai sus ; zona **II** este tot zonă imposibilă de construcție a mecanismului ținîndu-se cont de posibilitățile constructiv organologice. Prin limitarea domeniului valorii constantei K, la valoarea maximă 0,9, se creează posibilități practice de construcție. Totuși nu este recomandabil să se folosească valorile extreme maxime, deoarece acestea duc la disproporții între cele două elemente, mărind gabaritul mecanismului.

Zona **III** reprezintă zona posibilă de construcție a mecanismului.

Calculul vitezelor. Ținînd cont de figura 2, putem scrie următorul sistem de două ecuații :

$$\begin{cases} D\sin\alpha = R\sin\varphi \\ D\cos\alpha = A + R\cos\varphi \end{cases} \qquad (6)$$

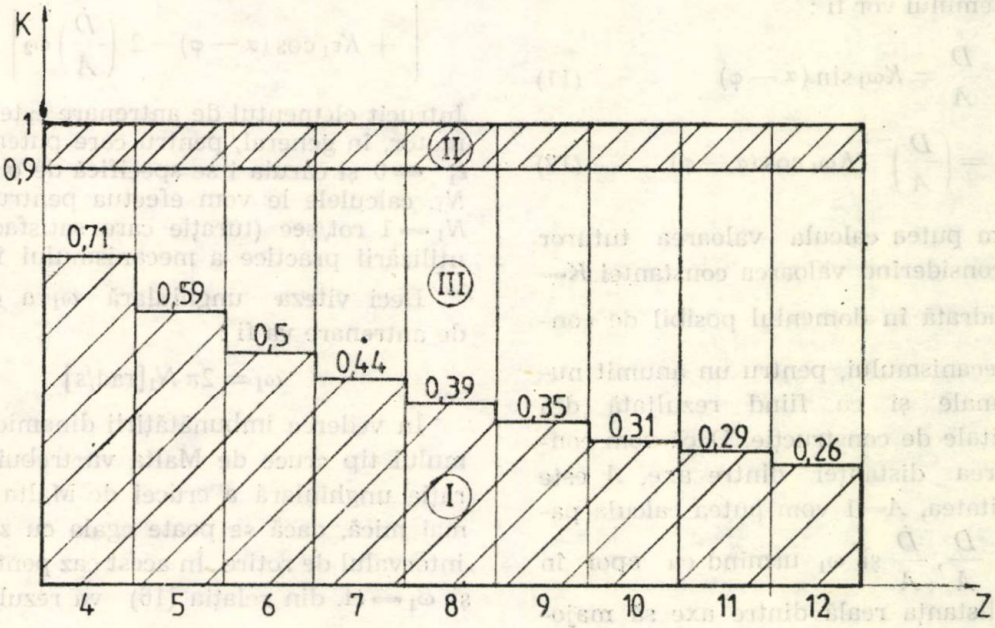


Fig. 3 Diagrama posibilităților de construcție a mecanismului tip cruce de Malta.

sistem din care vom determina valoarea unghiului de poziție al elementului de antrenare ca fiind :

$$\varphi \text{ arc sin}\left(\frac{D}{R}\sin\alpha\right) = \text{arc sin}\left(\frac{D}{AK}\sin\alpha\right) \tag{7}$$

și ținînd cont de relația (4) va rezulta valoarea unghiului ca fiind determinată în funcție de unghiul α.

În continuare se procedează la derivarea sistemului (6) :

$$\begin{cases} \dot{D}\cos\alpha - D(\sin\alpha)\dot{\alpha} = -R(\sin\varphi)\cdot\dot{\varphi} \\ \dot{D}\sin\alpha + D(\cos\alpha)\dot{\alpha} = R(\cos\varphi)\cdot\dot{\varphi} \end{cases} \tag{8}$$

Semnificațiile elementelor derivate sînt următoarele :

$$\dot{\varphi} = \omega_1 \qquad \dot{\alpha} = \omega_2$$
$$\ddot{\varphi} = \varepsilon_1 \qquad \ddot{\alpha} = \varepsilon_2 \tag{9}$$

Înlocuind relațiile (9) în sistemul (8) vom obține :

$$\begin{cases} \dot{D}\cos\alpha - D\omega_2\sin\alpha = -R\omega_1\sin\varphi \\ \dot{D}\sin\alpha + D\omega_2\cos\alpha = R\omega_1\cos\varphi \end{cases} \tag{10}$$

Rezolvarea sistemului (10) se face amplificînd pe rînd cele două ecuații cu cos α și sin α, iar apoi cu — sin α și cos α și adunîndu-le de fiecare dată :

Soluțiile sistemului vor fi :

$$\frac{\dot{D}}{A} = K\omega_1\sin(\alpha-\varphi) \tag{11}$$

$$\omega_2 = \left(\frac{D}{A}\right)^{-1} K\omega_1\cos(\alpha-\varphi) \tag{12}$$

Numeric vom putea calcula valoarea tuturor expresiilor considerînd valoarea constantei $K = \frac{R}{A}$ ca încadrată în domeniul posibil de construcție a mecanismului, pentru un anumit număr de canale și ca fiind rezultată din condițiile inițale de construcție. Dacă vom considera valoarea distanței dintre axe, A este egală cu unitatea, $A=1$ vom putea calcula parametrii, α, $\frac{D}{A}$, $\frac{\dot{D}}{A}$ și ω_1 urmînd ca apoi în funcție de distanța reală dintre axe să majorăm (micșorăm) corespunzător valorile numerice obținute.

Raportul de transfer IT_{12} se va calcula cu relația :

$$IT_{12} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \left(\frac{D}{A}\right)^{-1} K\cos(\alpha-\varphi) \tag{13}$$

valoare care după cum se poate observa este funcție de valoarea unghiului de poziție al crucii de Malta α.

Calculul accelerațiilor. Derivînd în continuare sistemul (10) vom obține :

$$\begin{cases} \ddot{D}\cos\alpha - \dot{D}(\sin\alpha)\dot{\alpha} - D(\sin\alpha)\dot{\alpha} - \\ - D[\cos\alpha(\dot{\alpha})^2 + (\sin\alpha)\ddot{\alpha}] = \\ = -R[\cos\varphi(\dot{\varphi})^2 + (\sin\varphi)\ddot{\varphi}] \\ \ddot{D}\sin\alpha + \dot{D}(\cos\alpha)\dot{\alpha} + D(\cos\alpha)\dot{\alpha} + \\ + D[-\sin\alpha(\dot{\alpha})^2 + (\cos\alpha)\ddot{\alpha}] = \\ = R[-\sin\varphi(\dot{\varphi})^2 + (\cos\varphi)\ddot{\varphi}] \end{cases} \tag{14}$$

Rezolvarea sistemului (14) se face amplificînd pe rînd cele două expresii cu cos α și sin α și adunîndu-le, apoi amplificînd iar cu — sin α și cos α și adunîndu-le din nou.

Ținînd cont de semnificațiile sistemului de notații (9) vor rezulta soluțiile :

$$\frac{\ddot{D}}{A} = \frac{D}{A}\omega_2^2 - K\omega_1\cos(\alpha-\varphi) + K\omega_1\sin(\alpha-\varphi) \tag{15}$$

$$\varepsilon_2 = \left(\frac{D}{A}\right)^{-1}\left[K\omega_1\sin(\alpha-\varphi) + K\varepsilon_1\cos(\alpha-\varphi) - 2\left(\frac{\dot{D}}{A}\right)\omega_2\right] \tag{16}$$

Întrucît elementul de antrenare este rotit de un motor, în general, pentru care putem considera $\varepsilon_1 = 0$ și căruia i se specifică de obicei turația N_1, calculele le vom efectua pentru $\varepsilon_1 = 0$ și $N_1 = 1$ rot/sec (turație care satisface cerințele utilizării practice a mecanismului în general).

Deci viteza unghiulară ω_1 a elementului de antrenare va fi :

$$\omega_1 = 2\pi N_1[\text{rad/s}] \tag{17}$$

În vederea îmbunătățirii dinamicii mecanismului tip cruce de Malta va trebui ca accelerația unghiulară a crucei de Malta să fie cît mai mică, dacă se poate egala cu zero pe tot intervalul de rotire. În acest caz pentru $\varepsilon_1 = 0$ și $\omega_1 = \text{ct.}$ din relația (16) va rezulta :

$$K\omega_1^2\sin(\alpha-\varphi) = 2\left(\frac{D}{A}\right)\omega_2 \tag{18}$$

Îmbunătățirea cinematicii mecanismului tip cruce de Malta

Din analiza relației (18) rezultă că, pentru ca aceasta să fie valabilă va trebui, să avem o nouă variație a unghiului de poziție al elementului de antrenare, φ_N , cu unghiul de poziție al crucii de Malta, α.

$$\varphi_N = \alpha - \arccos\left(\frac{1}{2K}\frac{D}{A}\right) = \alpha -$$

$$- \arccos\left[\frac{\cos\alpha - \sqrt{K^2 - \sin^2\alpha}}{2K}\right]$$

Deci :

$$\varphi_N = \alpha - \arccos\left[\frac{\cos\alpha - \sqrt{K^2 - \sin^2\alpha}}{2K}\right] \quad (19)$$

În relația (19) s-a notat cu φ_N noul unghi de poziție al elementului de antrenare 1, pentru ca în condițiile în care avem $\varepsilon_1 = 0$ să avem și $\varepsilon_2 = 0$

De asemenea, ținînd cont de relația (7) și de relația (19) vom putea calcula diferența dintre cele două unghiuri, φ și φ_N ca fiind :

$$\Delta\varphi = \varphi - \varphi_N \quad (20)$$

și înlocuind :

$$\Delta\varphi = \arcsin\left(\frac{D}{AK}\sin\alpha\right) - \alpha + \arccos\left(\frac{D}{2AK}\right)$$

Revenind la relația (19) și punînd condiția de existență a funcției arc cos, va rezulta o îngustare a domeniului de valori posibile de construcție a mecanismului în funcție de unghiul α (deci de numărul de canale Z) și în funcție de constanta K a mecanismului.

$$\frac{1}{2K}\cdot\frac{D}{A} \leqslant 1 \quad (21)$$

Ținînd cont de relația (4) va rezulta :

$$\frac{1}{2K}\left[\cos\alpha_m - \sqrt{K^2 - \sin^2\alpha_m}\right] - 1 \leqslant 0 \quad (22)$$

relație în care cu α_m s-a notat valoarea unghiului ce satisface relația (2).

Relația (22) delimitează intervalul de valori ale constantei mecanismului tip cruce de Malta, K, în funcție de unghiul α_m în scopul realizării unghiului de poziție φ_N.

În final vor realiza un tabel în care vom trece următoarele valori :

— valorile unghiului α pentru care calculăm relațiile (avînd un pas îndeajuns de mic pentru a stabili cu precizie dependența mărimilor) ;

— valoarea $\frac{D}{A}$ care în funcție de distanța dintre axe A ne poate da valoarea razei variabile D ;

— valoarea $\frac{\dot{D}}{A}$ cu aceeași observație ca la $\frac{\dot{D}}{A}$

— valoarea $\frac{\ddot{D}}{A}$ cu aceeași observație ca la $\frac{\ddot{D}}{A}$

— valoarea raportului de transfer IT_{12} ;

— valoarea accelerației unghiulare ε_2 în condițiile în care $N_1 = 1$ rot/sec și $\varepsilon_1 = 0$.

— valoarea unghiului de poziție a elementului de antrenare φ.

— valoarea noului unghi de poziție al elementului de antrenare pentru $\varepsilon_1 = 0$ și $\varepsilon_2 = 0$ ca fiind φ_N ;

În tabelul 1 sînt ilustrate valorile recomandate a se utiliza pentru constanta K pentru mai multe tipuri de mecanisme tip cruce de Malta.

Semnificația noului unghi de poziție al elementului de antrenare rapidă din diferența dintre φ și φ_N. Această diferență, $\Delta\varphi$ se poate interpreta în modul următor :

— prin montarea unui element elastic (lamelă elastică) în locul elementului de antrenare

Tabelul 1

Z	2α [grd]	$\alpha_m = \frac{2\alpha}{2}$ [grd]	K_{min}	calcul efectuat ptr. K_i				
				1	2	3	4	5
4	90°	45°	0,71	0,75	0,8	0,85	0,9	—
5	72°	36°	0,59	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
6	60°	30°	0,5	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
7	51°25'4"	25°42'51,4"	0,44	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
8	45°	22°30'	0,39	0,45	0,5	0,55	0,6	
9	40°	20°	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	
10	36°	18°	0,31	0,4	0,45	0,5		
11	32°43'38,1"	16°21'49"	0,29	0,4	0,45	0,5		
12	30°	15°	0,26	0,4	0,45			

rigid 2, care să se deformeze după legea dată de $\Delta\varphi$ ducînd astfel la îmbunătățirea caracteristicilor dinamice ;

— prin practicarea unor canale curbe avînd ecuația dată de legea $\Delta\varphi$ (α).

Avantajul folosirii arcului lamelar la locul canalelor curbe este că, spre deosebire de acesta din urmă, mișcarea în primul caz poate fi comandată în ambele sensuri spre deosebire de cazul din urmă.

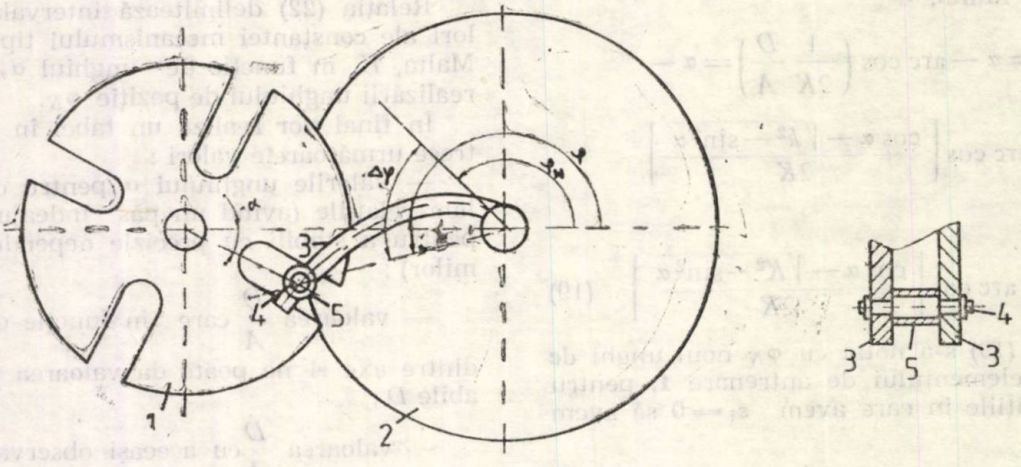


Fig. 4 Mecanism tip cruce de Malta cu antrenor elastic.
1. cruce de Malta ; 2. element de ghidare ; 3. lamelă elastică ; 4. bolț ; 5. yolă.

Examinînd tabelul 1 se deduce că pentru mecanismele cu 8, 9, 10, 11 și 12 canale există un interval destul de mare între prima valoare

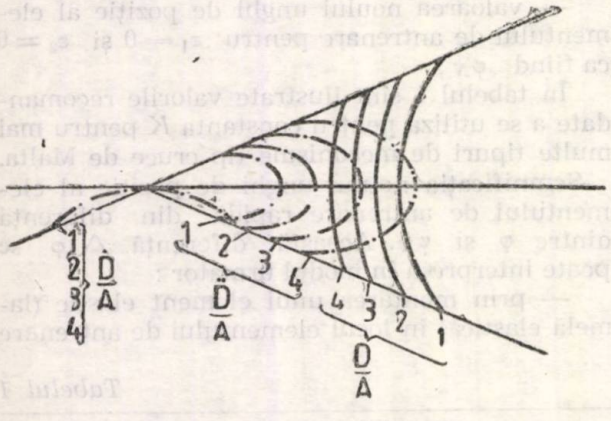


Fig. 5 Variația parametrilor $\frac{D}{A}, \frac{\dot{D}}{A}, \frac{\ddot{D}}{A}$, în funcție de valoarea constantei mecanismului, K, în coordonate polare pentru un mecanism cu $Z=8$. $1 \rightarrow K = 0{,}45$; $2 \rightarrow K = 0{,}5$; $3 \rightarrow K = 0{,}55$; $4 \rightarrow K = 0{,}6$.

a lui K, pentru care s-au efectuat calculele și valoarea lui K_{min}. Explicația constă în faptul să fie îndeplinită și condiția dată de relația (22) privind domeniul de existență al funcției φ_N.

În figura 4 este reprezentat schematic modul în care se poate construi un mecanism tip cruce de Malta cu element elastic (arc lamelar). Avan-

În figurile 5 și 6 este prezentat modul de variație a parametrilor $\frac{D}{A}, \frac{\dot{D}}{A}, \frac{\ddot{D}}{A}$, IT_{12}, ε_2 (pentru $\varepsilon_1 = 0$) în funcție de valoarea constantei mecanismului. Curbele 1, 2, 3 și 4 sînt trasate pentru mecanisme tip cruce de Malta avînd 8 canale ($Z=8$), avînd constantele, K, ale mecanismului egale cu : 0,45 (curba 1); 0,5 (curba 3); 0,6 (curba 4).

Din diagrama din figura 6 se deduce faptul că pentru diferite valori ale constantei K, parametrul $\frac{\dot{D}}{A}$ nu își schimbă valoarea, în timp ce parametrul $\frac{\ddot{D}}{A}$ va lua valori tot mai mari pe măsură ce K va crește (deci R va crește).

Din diagrama din figura 6 se deduce faptul că pentru diferite valori al constantei K, parametrii IT_{12} și ε_2 (pentru $\varepsilon_1 = 0$) iau diferite valori, acestea fiind cu atît mai mari cu cît valoarea constantei K va fi mai mare (R va fi mai mare).

În concluzie lucrarea de față oferă o imagine a modului de variație a parametrilor cinematici ai mecanismului tip cruce de Malta, oferind în felul acesta posibilitatea alegerii mecanismului cu cinematica optimă utilizării ce o dorim.

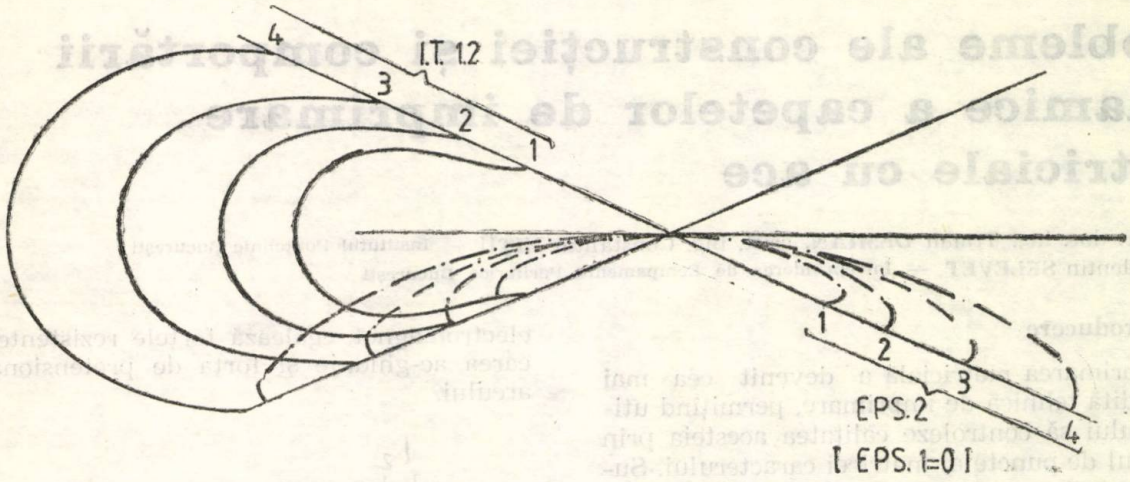


Fig. 6 Variația parametrilor IT_{12} și ε_2 (pentru $\varepsilon_1 = 0$), în funcție de valoarea constantei mecanismului, K, în coordonate polare pentru un mecanism cu $Z=8$.
$1 \rightarrow K = 0{,}45$; $2 \rightarrow K = 0{,}5$; $3 \rightarrow K = 0{,}55$; $4\ K = 0{,}6$.

PROGRAM DE CALCUL

Pentru efectuarea calculelor tuturor relațiilor stabilite a fi importante pentru analiza cinematică a mecanismului tip cruce de Malta s-a folosit un calculator programabil de buzunar de tip SHARP 1251 PC. Programul este realizat pentru calculul parametrilor cinematici pentru un mecanism cu Z canale în program s-a folosit notația pentru $Z=N$ avînd un K stabilit.

```
1. INPUT „N 1 ! ?"; U : INPUT „EPS 1 = ?"; E
2. INPUT „N = ?" ; N
3. INPUT „K=?" ; K : WAIT
4. X = 18 Ø/N : PRINT „X=" ; WAIT 64 :
   0 = 2 * π * U
5. INPUT „FIRST TERM" ; A
6. M = — A
7. FOR I = M TO A STEP 2
8. PRINT „ALFA" = " ; I : WAIT 64
9. Z = SQR (K ∧ 2 — (SIN (I) ∧ 2) )
10. Y = COS (I) — Z : WAIT 256
11. PRINT „Y =" Y ; WAIT 4 ØØ
12. F = 18Ø — ASN ((Y/K.) * SIN (I)) : PRINT
    „PHI =" ; F
13. W = K * O * SIN (I—F) : PRINT „DERIV 1 =";
    W
14. P = (Y ∧ —1) * K * O * COS (I—F) : S = P/
    (2 * π) : PRINT „N2 = "; S
15. T = P/O
16. V = Y * (P∧ 2) — K * (0∧2) * COS (I—F) +
    + K * E * SIN (I—F); PRINT „DERIV 2="; V
17. G = (K * (0 ∧2) * SIN (I—F) + K * E
    * COS (I—E) — 2 * W * P) / Y : PRINT „EPS 2
    =" ; G
18. C = ABS (I — ACS (Y/(K * 2) : PRINT „NEW
    PHI = " ; C
19. R = F — C : PRINT "DELTA =" ; R
20. BEEP 1
21. NEXT I
22. GOSUB 27
23. PRINT „END OF PROG"
24. WAIT 48
25. PRINT = PRINT
26. END
27. X = 18Ø / N
28. Q = — X
29. FOR J = 1 TO 2
30. IF J = 1 THEN GOTO 46
31. A = Q
32. PRINT „ALFA MIN =" ; A : WAIT 64
33. Z = SQR (K ∧2 — (SIN A) ∧(2))
34. Y = COS (A) — Z
35. PRINT „Y ="; Y : WAIT 32Ø
36. F = 18Ø — ASN ((Y/K) * SIN (A)) : PRINT
    „PHI =" ; F
37. W = K * O * SIN (A—F) : PRINT „DERIV 1
    =" ; W
38. P = (Y∧— 1) * K * O * COS (A—F) :
    S = P/(2 * π) : PRINT „N 2 =" ; S
39. T = P/O
40. V = Y * (P∧2) — K * (0 ∧2) * COS (A—F) +
    + E *K * SIN (A—F) : PRINT „DERIV 2 =" ; V
41. G = (K * (O∧ 2) * SIN (A—F) +
    K * E * COS (A—F) —
    2 * W * P) / Y : PRINT „EPS 2 =" ; G
42. C = A — ACS ((Y/(2 * K))) : D = ABS
    (C) : PRINT „NEW PHI =" ; C
43. R = F—D : PRINT „DELTA =" ; R
44. WAIT
45. GOTO 48
46. A = X : PRINT „ALFA MAX =" ; WAIT 128
47. GOTO 33
48. NEXT J
49. BEEP 3
50. RETURN
```

CZ : 681.31

Probleme ale construcției și comportării dinamice a capetelor de imprimare matriciale cu ace

Prof. dr. doc. ing. Traian **DEMIAN**, asist. ing. Constantin **NIȚU** — Institutul Politehnic București
Ing. Valentin **SELEVET** — Întreprinderea de Echipamente Periferice București

Introducere

Imprimarea matricială a devenit cea mai răspîndită tehnică de imprimare, permițînd utilizatorului să controleze calitatea acesteia prin numărul de puncte al matricei caracterului. Suplimentar, în cazul imprimatelor matricale prin impact, s-a realizat și o îmbunătățire spectaculoasă a raportului cost — performanțe datorită progreselor deosebite în domeniul circuitelor electronice și al capetelor de imprimare.

În general, există mai multe tipuri de capete de imprimare matricială prin impact. Majoritatea sînt constituite din electromagneți cu plonjor, la care acul este atașat armăturii mobile, sau din electromagneți cu clapetă, la care acul este accelerat către hîrtie prin mișcarea clapetei.

Pentru a obține transferul cernelii de pe panglica impregnată pe hîrtie, impactul unui ac pe ansamblul panglică-hîrtie-suport de imprimare generează o forță. Valoarea acesteia este o funcție de mai multe variabile : tipul cernelii și panglicii, tipul suportului de imprimare (ce poate fi oțel, aluminiu, cauciuc dur) și calitatea hîrtiei. Măsurările efectuate în condiții de laborator pentru imprimare pe o singură foaie de hîrtie, folosind o placă de imprimare din oțel, o cerneală pe bază de vopsea (fără particule solide) și un cap de imprimare cu ace de 0,35 mm diametru, funcționînd „balistic" arată că forța minimă de impact este de aproximativ 10 N la un timp de contact de circa 20 μs, ceea ce reprezintă o energie de impact de 0,12 mJ.

Funcționarea balistică presupune posibilitatea ca acul să poată efectua, liber, o cursă suplimentară după oprirea armăturii electromagnetului. Deși reduce substanțial randamentul, acest mod de funcționare asigură energia necesară unui anumit număr de exemplare imprimate concomitent, fără reglaje ale poziției capului de imprimare. Soluția constructiv — funcțională adecvată este prezentată în figura 1.

Acționarea electromagnetică

După conectarea bobinei electromagnetului de imprimare la sursa de tensiune, curentul începe să crească pînă cînd forța creată de electromagnet egalează forțele rezistente : frecarea ac-ghidaje și forța de pretensionare a arcului.

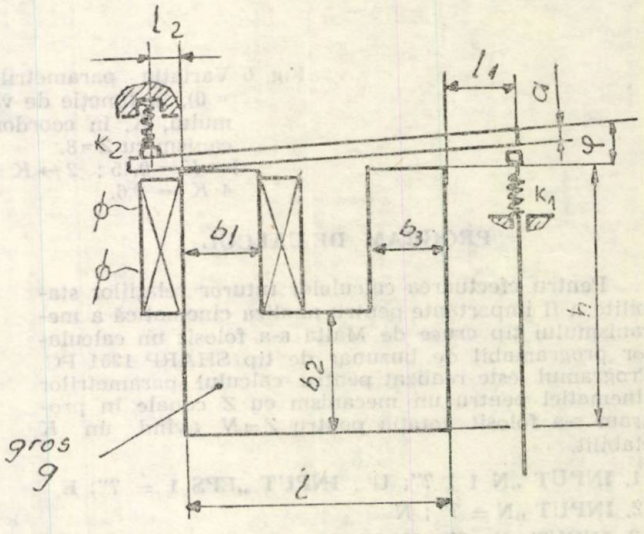


Fig. 1 Electromagnetul cu clapetă ca element de acționare a acelor.

Din acest moment ansamblul clapetă — ac începe să se deplaseze conform ecuației de mișcare :

$$m_r \frac{d^2x}{dt^2} + k_r(x + x_0) + F_f = \frac{\Phi_i^2}{2\mu_0 A} \cdot \frac{l}{l_1 + l} \qquad (1)$$

unde :

m_r reprezintă masa redusă la axa acului, a clapetei și acului, $m_r = m_{ac} + J/(l_1 + l)^2$;

m_{ac} — masa acului ;

J — momentul de inerție al clapetei față de axa de rotație ;

k_r — rigiditatea redusă a celor două arcuri, $k_r = k_1 + k_2 l_2^2/(l_1 + l)^2$; l_1, l_2, l în figura 1) ;

F_f — forța de frecare ac-ghidaje ;

x_0 — săgeata de pretensionare a arcului ;

Φ_i — fluxul magnetic în întrefier ;

A — aria secțiunii miezului magnetic ;

μ_0 — permeabilitatea vidului ;

x — deplasarea acului.

Pentru a putea rezolva ecuația (1) trebuie să i se atașeze ecuațiile circuitului magnetic, a circuitului electric și a curbei de magnetizare a miezului.

Circuitul magnetic echivalent are forma din figura 2, unde :

R_f — reluctanța în fier ;
R_d — reluctanța de dispersie ;
R_i — reluctanța în întrefier ;
R_a — reluctanța în armătură ;
N — numărul de spire al bobinei ;
i — curentul.

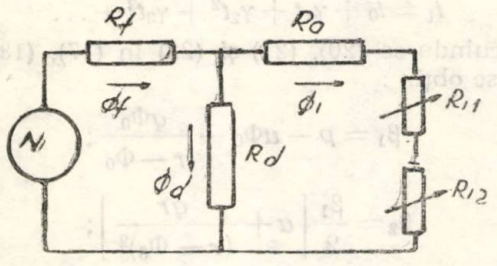


Fig. 2 Circuitul magnetic echivalent al elecromagnetului.

Ecuațiile lui Kirchhoff, aplicate circuitului din figura 2, sînt :

$$\Phi_f = \left(\frac{R_a + R_i}{R_d} + 1\right)\Phi_i \qquad (2)$$

$$N i_i = (R_f + R_d)\ \Phi_f - R_d \Phi_i, \qquad (3)$$

iar ecuația circuitului electric în cazul alimentării cu o treaptă de tensiune constantă și durată limitată este :

$$U = R_i + N\frac{d\Phi_f}{dt} \qquad (4)$$

Acestora li se adaugă curba de magnetizare a fierului exprimată analitic de Froelich [1] :

$$B = C_1 H / (C_2 + H) \qquad (5)$$

unde : $C = 2{,}15\ T$ și $C_2 = 700\ A/m$, pentru materialul miezului.

Sistemul de ecuații (1) . . . (5) se poate integra numeric, prin metoda Runge-Kutta, dacă se exprimă reluctanțele în funcție de forma și dimensiunile geometrice ale electromagnetului. Acestea sînt :

$$R_a = \frac{C_1 C_2\ [a + l - 0{,}5\ (b_1 + b_3)]}{ag\ [C_1 - \Phi_i / (ag)\ ]^2} \qquad (6)$$

$$R_d = \frac{l - b_1 - b_3}{\mu_0 (h - b_2) g} \qquad (7)$$

$$R_f = \frac{C_1 C_2 (l - b_2)}{b_1 g [C_1 - \Phi_f / (b_1 g)]^2} + \frac{C_1 C_2 [l + b_2 - 0{,}5 (b_1 + b_3)]}{b_2 g [C_1 - \Phi_f / (b_2 g)]^2} + \frac{C_1 C_2 (h - b_2)}{b_3 g [C_1 - \Phi_f / (b_3 g)]^2} \qquad (8)$$

$$R_i = \frac{l}{\mu_0 b_3 g}\left(\varphi_0 - \frac{x}{l_1 + l}\right) \qquad (9)$$

unde φ_0 este poziția unghiulară inițială a clapetei.

Calculele au fost efectuate ținînd seama și de curenții turbionari, pentru un cap de imprimare existent, caracterizat prin următorii parametri : $l = 6{,}3$ mm ; $l_1 = 3{,}7$ mm ; $l_2 = 1{,}3$ mm ; $b_1 = b_3 = 2{,}1$ mm ; $b_2 = 4{,}6$ mm ; $h = 15{,}4$ mm ; $a = 1$ mm ; $g = 4{,}2$ mm ; $N = 360$; $R = 8{,}6\ \Omega$; $m_r = 0{,}155$ g ; $k_r = 83\ \frac{N}{m}$; $U = 40\ V$; $\varphi_0 = 0{,}045$ rad ; $F_f = 0{,}1\ N$; $x_0 = 2$ mm.

Adoptîndu-se o durată a impulsului de tensiune, $\tau = 270\ \mu s$, s-au obținut timpul de pornire al electromagnetului $t_1 = \mu s$, și distanța de deplasare a clapetei și acului, $x_2 = 0{,}17$ mm. Viteza clapetei și acului, după $\tau = 270\ \mu s$, este $v_2 = 1{,}995$ m/s.

Calculul acționării electromagnetului se poate face și analitic, cu economie de efort, dar cu rezultate orientative, de precizie redusă. În continuare se prezintă o metodă de îmbunătățire a soluțiilor aproximative indicate în [2], dacă se ține seama de curenții turbionari și de neliniaritatea curbei de magnetizare. Curenții turbionari pot fi luați în considerare, la calcul, prin introducerea lor într-o schemă echivalentă de alimentare (elementul rezistiv $R_1 N^2$ din fig. 3) [3]. Neglijîndu-se fluxul de dispersie, conform schemei din figura 2, fluxul în

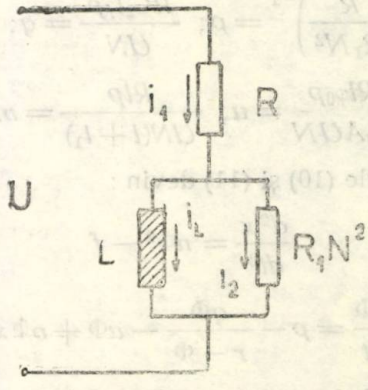


Fig. 3 Schema echivalentă pentru stimularea efectului curenților turbionari.

lungul miezului este cel din întrefier. Astfel, ecuațiile mecanică, electrice și magnetică, ținînd seama și de (5), devin :

$$m_r \frac{d^2 x}{dt^2} + F_{rez} = \frac{\Phi^2}{2\mu_0 A} \cdot \frac{l}{l_1 + l} \qquad (10)$$

$$N i_L = \frac{C_2 l_f \Phi}{A C_1 - \Phi} + \frac{\Phi l}{\mu_0 A}\left(\varphi_0 - \frac{x}{l + l_1}\right) \qquad (11)$$

$$N\frac{d\Phi}{dt} = i_2 R_1 N^2 \tag{12}$$

$$i_1 = i_L + i_2 \tag{13}$$

$$U = Ri_1 + N\frac{d\Phi}{dt} \tag{14}$$

unde $l_f = 2\,(h + l) - b_1 - b_2$ este lungimea circuitului magnetic în fier.

S-a considerat că forța arcurilor și frecarea ac-ghidaje sînt constante și au o valoare medie, $F_{rez} = F_f + 0{,}5\ k_r\,(x_0 + x_{3'})$ unde $x_{3'}$, este poziția de închidere a clapetei, măsurată la axa acului. Eliminîndu-se i_1, i_2 și i_L între relațiile (11) ... (14), se obține :

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{U}{N}\left(1 + \frac{R}{R_1 N^2}\right)^{-1} - \frac{R}{N^2}\,(1 + \frac{R}{R_1 N^2}\Bigg)^{-1}\left[\frac{C_2 l_f \Phi}{AC_1 - \Phi} + \frac{\Phi l}{\mu_0 A}\left(\varphi_0 - \frac{x}{l + l_1}\right)\right] \tag{15}$$

Pentru secțiunea dreptunghiulară a miezului, factorul R_1 se poate calcula, după [3], cu relația :

$$R_1 = (1{,}25 \ldots 1{,}4)\,\frac{(b_1^2 + g^2)\,l\varphi_0 \rho_f \mu_f}{b_1 g \mu_0 l_f l_b} \tag{16}$$

unde ρ_f, μ_f sînt rezistivitatea, respectiv permeabilitatea miezului, iar l_b — înălțimea bobinei.

Se notează : $l/[2\mu_0 A m_r (l + l_1)] = n$;

$$F_{rez}/m_r = f;$$

$$\frac{U}{N}\left(1 + \frac{R}{R_1 N^2}\right)^{-1} = p;\quad \frac{RC_2 l_f p}{UN} = q;\quad AC_1 = r;$$

$$\frac{Rl\varphi_0 p}{\mu_0 AUN} = u;\quad \frac{Rlp}{UN(l + l_1)} = v.$$

Ecuațiile (10) și (11) devin :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = n\Phi^2 - f \tag{17}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = p - \frac{q\Phi}{r - \Phi} - u\Phi + v\Phi x \tag{18}$$

Timpul de creștere a fluxului, cu armătura imobilă, se determină din ecuația (18), cînd $x = 0$. Acesta este :

$$t_1 = \frac{ur - p - q}{2u\sqrt{(ur + p + q)^2 - 4pru}} \cdot \ln\frac{2pr - [ur + p + q - \sqrt{(ur + p + q)^2 - 4pru}]\Phi_0}{pr - [ur + p + q + \sqrt{(ur + p + q)^2 - 4pru}]\Phi_0} + \frac{1}{2u}\ln\frac{pr}{u\Phi_0^2 - (ur + p + q)\Phi_0 + pr} \tag{19}$$

unde $\Phi_0 = \sqrt{2\mu_0 A(F_f + k_r x_0)(l + l_1)/l}$ reprezintă valoarea fluxului la care începe mișcarea armăturii, obținută din ecuația (10).

Soluțiile ecuațiilor (17) și (18) sînt de forma unor serii de puteri :

$$x = \alpha_3 t^3 + \alpha_4 t^4 + \alpha_5 t^5 + \ldots \tag{20}$$

$$\Phi = \Phi_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \beta_3 t^3 + \ldots \tag{21}$$

$$i_1 = i_0 + \gamma_1 t + \gamma_2 t^2 + \gamma_3 t^3 + \ldots \tag{22}$$

Înlocuindu-se (20), (21) și (22) în (17), (18) și (14) se obțin :

$$\beta_1 = p - u\Phi_0 - \frac{q\Phi_0}{r - \Phi_0};$$

$$\beta_2 = \frac{\beta_1}{2}\left[u + \frac{qr}{(r - \Phi_0)^2}\right];$$

$$\beta_3 = \frac{3\beta_1\beta_2 + u\beta_1^2 + 2u\beta_2\Phi_0 - (p + q + ru)\beta_2}{3(r - \Phi_0)};$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{3}\,n\beta_1\Phi_0;\quad \alpha_4 = \frac{1}{12}\,n(2\beta_2\Phi_0 + \beta_1^2);$$

$$\alpha_5 = \frac{1}{10}\,n(\beta_3\Phi_0 + \beta_1\beta_2);\quad i_0 = \frac{U}{R} - \frac{N}{R}\beta_1;$$

$$\gamma_1 = -\frac{2N}{R}\beta_2;\quad \gamma_2 = -\frac{3N}{R}\beta_3.$$

Limitîndu-se expresia (20) la primul termen, se obține :

$$x = \frac{t^3}{3Nm_r\left(1 + \frac{R}{R_1 N^2}\right)}\left\{\frac{U}{\sqrt{2\mu_0 AF_{rez}(l_1 + l)/l}} - \frac{R[\mu_0 C_2 l_f + C_1 l\varphi_0 - l\varphi_0\sqrt{2\mu_0 F_{rez}(l_1 + l)/(lA)}]}{\mu_0 N[AC_1 - \sqrt{2\mu_0 AF_{rez}(l_1 + l)/l}]}\right\}. \tag{23}$$

Cu valorile adoptate în exemplul numeric anterior, din relația (19) se obține $t_1 = 36$ μs, iar timpul de deplasare a clapetei este $t_2 = \tau - t_1 = 234$ μs. Din relația (23) rezultă $x_2 = 0{,}179$ mm și $v_2 = 2{,}2$ m/s.

Deplasarea acului sub acțiunea energiei sale cinematice

În funcționarea balistică, după ce se realizează cursa de închidere a clapetei ($\varphi_0 = 0{,}045$ rad), acul se mișcă liber către hîrtie, energia sa cinetică variind conform relației :

$$E_{ac} = \frac{m_{ac} v_{3'}^2}{2} - \frac{k_1\left(x^2 - x_{3'}^2\right)}{2} - (F_f + k_1 x_0)(x - x_{3'}) \tag{24}$$

unde :

$x_{3'}$ este poziția acului și clapetei la oprirea acesteia ;

$v_{3'}$ — viteza acului și clapetei în această poziție.

Din (24) se poate calcula distanța x, la care trebuie așezat capul față de hîrtie, dacă se cunoaște energia necesară imprimării, deoarece $x_{3'} = (l + l_1)\varphi_0$ și

$$v_{3'} = \sqrt{v_2^2 - \frac{k_r}{m_r}(x_{3'} - x_2)\left(\frac{2F_f}{k_r} + 2x_0 + x_{3'} + x_2\right)} \tag{25}$$

Timpul, în care armătura își efectuează cursa, după încetarea acționării electromagnetice, se exprimă prin :

$$t_{3'} = 2\sqrt{\frac{m_r}{k_r}}\ \text{arctg}\ \frac{\sqrt{\frac{m_r}{k_r}}(v_2 - v_{3'})}{x_{3'} - x_2 + 2x_0 + 2F_f/k_r} \tag{26}$$

Dacă hîrtia se găsește la o distanță, $x = x_{3'}$ față de cap, timpul de deplasare, „balistică" a acului se calculează cu o relație similară cu (26) :

$$t_{3''} = 2\sqrt{\frac{m_{ac}}{k_1}}\ \text{arctg}\ \frac{\sqrt{\frac{m_{ac}}{k_1}}(v_{3'} - v_4)}{x_3 - x_{3'} + 2x_0 + 2F_f/k_r} \tag{27}$$

unde $v_4 =$

$$= \sqrt{v_{3'}^2 - \frac{k_1}{m_{ac}}(x_3 - x_{3'})\left(\frac{2F_f}{k_1} + 2x_0 + x_3 + x_{3'}\right)}$$

este viteza acului în momentul impactului cu hîrtia.

Durata impactului este mică în raport cu timpii de mișcare ai acului, însă coeficientul de restituire al acestuia are o influență determinantă asupra revenirii acului în poziția de repaus. Perioada de revenire poate avea, după modul de funcționare a capului și în funcție de valorile parametrilor constructivi, următoarele aspecte :

— armătura și acul revin concomitent după o imprimare în modul apăsat ;

— armătura și acul revin separat, ciocnindu-se înainte de poziția de repaus, după o imprimare balistică ;

— armătura și acul revin separat, ciocnindu-se după ce armătura a atins poziția de repaus, schimbîndu-și sensul de mișcare.

În fiecare din aceste cazuri elementul mobil se află sub acțiunea unei forțe elastice și a forței de frecare, avînd o viteză inițială ce se determină succesiv, din etapă în etapă. Din ecuația diferențială a mișcării se obțin pozițiile și vitezele ciocnirilor ac-clapetă sau clapetă-opritor, de aici rezultînd timpii corespunzători. Mișcările clapetei și acului vor continua pînă cînd energia lor cinetică, disipată prin ciocniri și frecare, se va anula. Aceasta este perioada de stabilire, ce reprezintă un procent important din timpul de imprimare a unui punct. O condiție esențială în proiectarea capului de imprimare este ca amplitudinea mișcării acului, în perioada de stabilire, să fie strict inferioară valorii $x_{3'}$ pentru a evita un nou impact cu hîrtia.

Determinarea distribuției reazemelor și a ghidajelor din reazeme. Calculul diametrelor ghidajelor și al lungimii acelor

După dimensionarea electromagneților, se poate concepe dispunerea acelor avînd în vedere că :

— reazemul inițial, situat înspre hîrtie, are dimensiunile stabilite în funcție de mărimea literei; centrul fiecărui ghidaj din acest reazem se notează A_{oi} (o, a_i), $i = 1 \ldots 9$ (fig. 4);

— săgeata f, a acelor din ultimul ghidaj, este corelată cu dimensiunile electromagneților ;

— distanța l, dintre reazemul inițial și cel final se alege din considerente de gabarit ;

— diametrul acului d_{ac} se alege în funcție de grosimea caracterului;

— se cunoaște, din etapa anterioară, înălțimea electromagneților, h și se impun grosimile reazemelor, g_j $(j = 0, 1, 2, 3)$.

Mărimile geometrice care trebuie determinate sînt :

— distanțele L_1 și L_2, de la suprafața frontală a reazemului inițial la centrele reazemelor intermediare (fig. 5) ;

— diametrul D_j al ghidajului din reazemul j ;

— lungmea λ_i a acului i.

Se notează cu A_{ji} (z_{ji}, y_{ji}), $i = 1, \ldots 9$, $j = 0, 1, 2, 3$ centrul geometric al ghidajului prin care trece acul i, din reazemul j și se alege, ținînd cont de simetrii, un sistem de axe cu originea în A_{05} (fig. 4). Axa $A_{05}\ y$ este axa pe care sînt situate toate ghidajele din reazemul inițial, axa $A_{05}\ z$ este în planul reazemului inițal, perpendiculară pe $A_{05}\ y$, iar axa $A_{05}\ x$ este normală la planul reazemului inițial, cu sensul către cel final. Distribuția reazemelor și a ghidajelor din ele se determină în raport cu acest sistem de coordonate. Pentru simplificarea calculelor, deformațiile acelor se studiază față de sistemele de referință $X_i A_{oi} Y_i Z_i$ (fig. 5). Acestea sînt alese cu axa $A_{oi}X_i$ în lungul dreptei $A_{oi}A_{3i}$ (A_{3i} — centrul ghidajului prin care trece acul i, din reazemul final) și planul $X_i A_{oi} Y_i$ confundat cu planul acului deformat. Trecerea de la sistemele de referință $X_i A_{oi} Y_i Z_i$ la sistemul $x\ A_{05}\ yz$ se face prin intermediul sistemelor $x'_i\ A_{oi}\ y'_i\ z'_i$, care au axele paralele cu acestea.

Acele deformate reprezintă curbe în plan caracterizate de ecuațiile deformațiilor $Y = Y(X)$ și $\varphi = \varphi(X)$. În sistemul de axe considerat și cu notațiile din figura 5, condițiile la limită sînt $Y(0) = 0$, $Y'(0) = \varphi(0) = \alpha = f/l$ și $Y(L) = Y\left(\sqrt{f^2 + l^2}\right) = 0$.

Presupunînd-se că acul **i** este rezemat simplu în A_{oi} și articulat în A_{3i} și înlocuindu-se reazemele intermediare prin forțele $P_{1,2}$ se obțin ecuațiile deformațiilor :

$$EI_z\varphi(X) = EI_z\varphi(0) - \frac{V_0X^2}{2}\Big|_{01} +$$

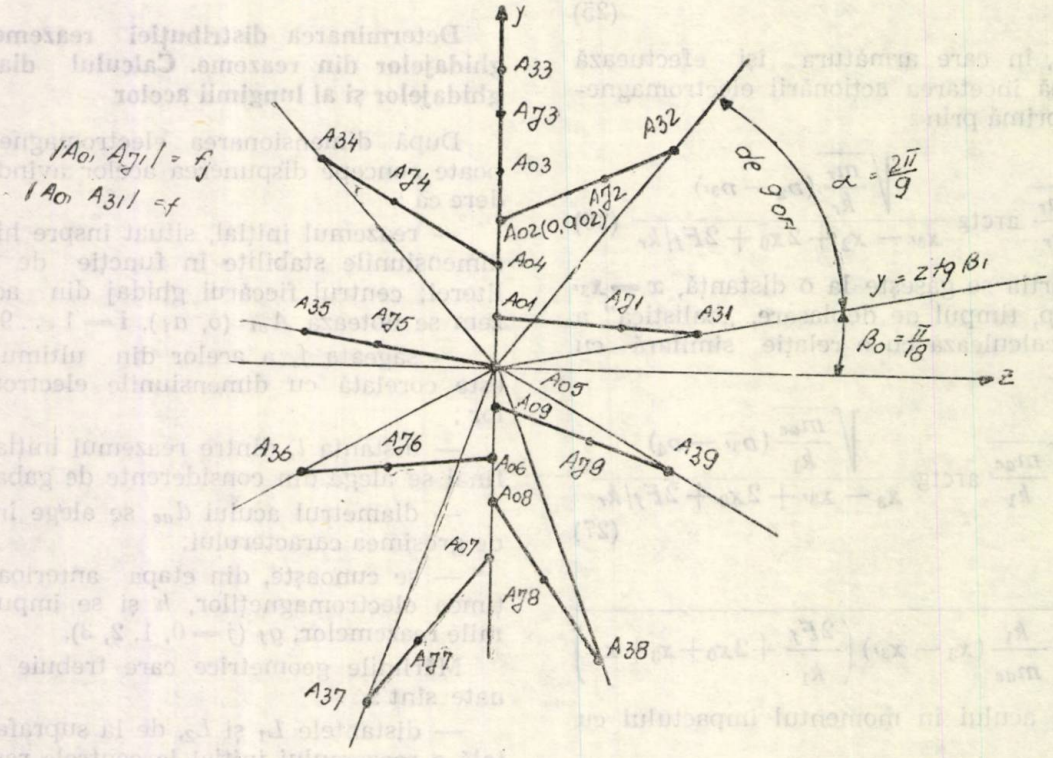


Fig. 4 Distribuția ghidajelor în reazeme.

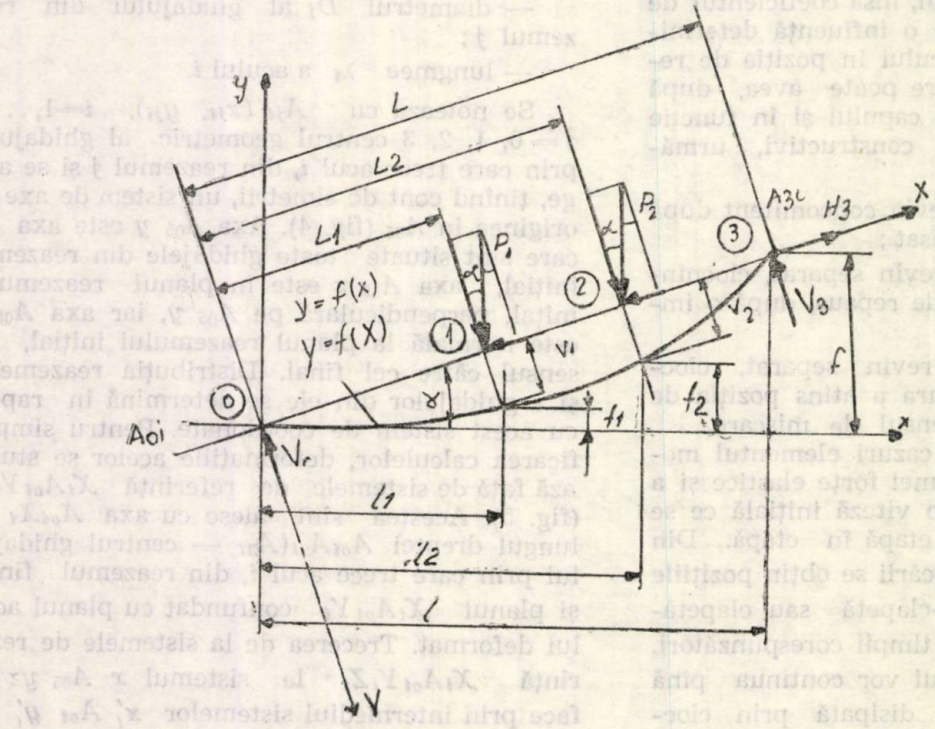


Fig. 5 Deformarea acelor prin intermediul ghidajelor.

$$+\frac{P_1\cos\alpha}{2}(\mathcal{X}-L_1)^2\Big|_{1-2}+$$
$$+\frac{P_2\cos\alpha}{2}(\mathcal{X}-L_2)^2\Big|_{2-3} \quad (28)$$

$$EI_z Y(\mathcal{X}) = EI_z Y(0) + EI_z\varphi(0)\mathcal{X} - \frac{V_0\mathcal{X}^3}{6}\Big|_{0-1}+$$
$$+\frac{P_1\cos\alpha}{6}(\mathcal{X}-L_1)^3\Big|_{1-2}+$$
$$+\frac{P_2\cos\alpha}{6}(\mathcal{X}-L_2)^3\Big|_{2-3} \quad (29)$$

În aceste relații, reacțiunea din reazemul A_{oi} este

$$V_0 = [P_1(L-L_1)+P_2(L-L_2)]\cos\alpha/L \quad (30)$$

Aceasta se înlocuiește în (28) și (29) și punîndu-se condiția ca unghiul φ, dintre tangenta la ac în reazemul 1 și axa A_{oi} x' să fie mai mic de 2° (condiția de prealiniere), precum și condiția de stabilitate a acelor la forța de acționare a armăturii se obține sistemul :

$$W_1^4 + W_1^3(W_2-4) - W_1^2(3W_2^2-6W_2) -$$
$$- W_2(3W_2^3-6W_2^2+6W_2-2)+$$
$$+4W_2^3-6W_2^2+2W_2=0 \quad (31)$$

$$W_2^2(f-\bar{l}\varphi) - W_2(f-l\bar{\varphi})(1+W_1)+$$
$$+ W_1^2(4f-\bar{l}\varphi) - W_1(f-\bar{l}\varphi)=0. \quad (32)$$

În relațiile (31) și (32) $W_1 = L_1/L$ și $W_2 = L_2/L$. Sistemul se rezolvă numeric, rezultînd pozițiile L_1, L_2 și săgețile corespunzătoare $Y(L_1)$, $Y(L_2)$.

Pentru a determina distribuția ghidajelor într-un reazem, trebuie să stabilească relațiile dintre coordonatele unui ghidaj față de cele două sisteme de axe (fig. 5). Notîndu-se cu l_j, f_j coordonatele din sistemul $x\ A_{oi}y$ și $Y_j = Y(L_j)$, se obțin :

$$l_j = \frac{lL_j + fY_j}{\sqrt{f^2+l^2}}; \quad f_j = \frac{fL_j - lY_j}{\sqrt{f^2+l^2}}.$$

Pentru a facilita execuția, pozițiile ghidajelor (punctele $A_{ji}(z_{ji},\ y_{ji})$ trebuie să fie exprimate în coordonatele y, z din planele $yA_{oi}z$.

Din figura 4 și impunîndu-se aceeași săgeată f, a acelor, se obține :

$$\beta_i = \frac{\pi}{18} + \frac{2\pi}{9}(i-1),\ i=1\ldots9 \quad (33)$$

Coordonatele ghidajelor din reazemul final sînt :

$$z_{3i} = \begin{cases} (a_{oi}\operatorname{tg}\beta_i + \sqrt{f^2(1+\operatorname{tg}^2\beta_i) - a_{oi}^2})\cos^2\beta_i; \\ \qquad i=1,\ 2,\ 8,\ 9 \\ 0; \qquad i=3 \\ (a_{oi}\operatorname{tg}\beta_i - \sqrt{f^2(1+\operatorname{tg}^2\beta_i) - a_{oi}^2})\cos^2\beta_i; \\ \qquad i=4,\ 5,\ 6,\ 7 \end{cases} \quad (34)$$

$$y_{3i} = \begin{cases} z_{3i}\operatorname{tg}\beta_i; & i=1,\ldots9,\ i\neq3 \\ a_{03}+f; & i=3. \end{cases} \quad (35)$$

În relațiile (34), (35) a_{oi} reprezintă ordonatele y, ale punctelor A_{oi}, față de sistemul $x\ A_{05}\ y\ z$.

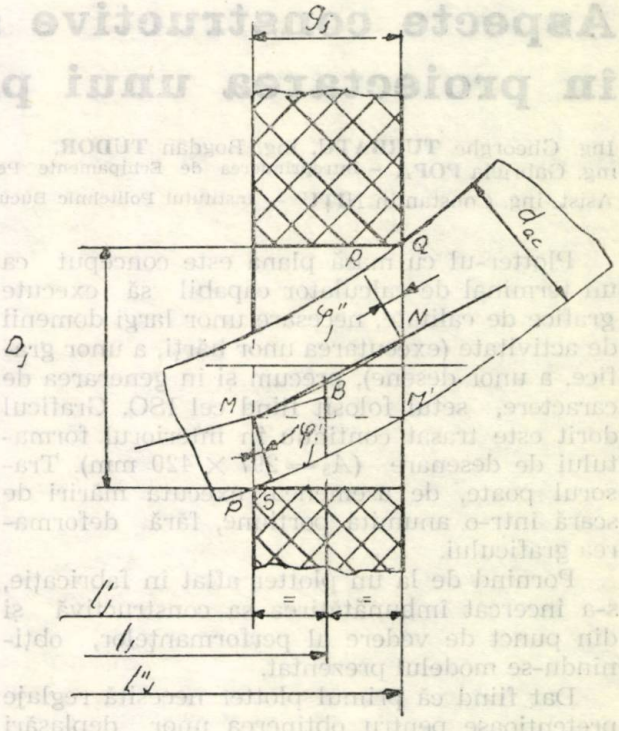


Fig. 6 Așezarea acelor în ghidaje.

Ghidajele din reazemele intermediare sînt localizate prin :

$$z_{ji} = \begin{cases} f_j/\sqrt{1+\left(\frac{y_{3i}-a_{0i}}{z_{3i}}\right)^2}; & i=1,\ 2,\ 8,\ 9 \\ 0; & i=3 \\ -f_j/\sqrt{1+\left(\frac{y_{3i}-a_{0i}}{z_{3i}}\right)^2}; & i=4,\ 5,\ 6,\ 7 \end{cases} \quad (36)$$
$$j=1,\ 2$$

$$y_{ji} = \begin{cases} a_{0i} + (y_{3i}-a_{0i})z_{ji}/z_{3i}; & i=1,\ldots9,\ i\neq3 \\ a_{03}+f_j; & i=3. \end{cases} \quad (37)$$

Din figura 6, prin interpolare la l'_j și l''_j se obțin diametrele ghidajelor.

$$D_j = \frac{d_{ac}}{\cos\left[\frac{f}{l} - \varphi(L_j)\right]} + \frac{g_j[fL_j - lY(L_j)]}{l_j\sqrt{f^2+l^2}}; \quad (38)$$

Toate acele, având aceeași curbură, vor avea aceeași lungime :

$$\lambda_i = \lambda = h' + \int_0^L \sqrt{1+\varphi^2(X)}\, dX \quad (39)$$

unde h' este dependentă constructiv de h.

Concluzii

Studiul realizat asupra capetelor de imprimare matricială cu ace furnizează elemente privind proiectarea acestora. Sînt puse în evidență și rezolvate probleme legate de calculul dinamic al acționării electromagnetice și de aranjarea și dimensionarea acelor și ghidajelor acestora.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Mitsuro, Isobe, ș.a.:* On the Analytical Design of High Speed Printer Hammer Actuator, în „NEC — Research and Development", 22/1971.

[2] *Geber, T., Vuici, M.:* Echipamente periferice, Editura Tehnică, București, 1981.

[3] *Kallenbach, E.:* Der Gleichstrommagnet, Akademische Verlagsgeselschaft, Leipzig, 1969.

CZ : 681.31

Aspecte constructive și funcționale în proiectarea unui plotter cu masa plană

Ing. Gheorghe **TURBATU**, ing. Bogdan **TUDOR**,
ing. Gabriela **POPA** – Întreprinderea de Echipamente Periferice București
Asist. ing. Constantin **NIȚU** — Institutul Politehnic București

Plotter-ul cu masă plană este conceput ca un terminal de calculator capabil să execute grafice de calitate, necesare unor largi domenii de activitate (executarea unor hărți, a unor grafice, a unor desene), precum și în generarea de caractere, setul folosit fiind cel ISO. Graficul dorit este trasat continuu în interiorul formatului de desenare ($A_3 = 297 \times 420$ mm). Trasorul poate, de asemenea, executa măriri de scară într-o anumită porțiune, fără deformarea graficului.

Pornind de la un plotter aflat în fabricație, s-a încercat îmbunătățirea sa constructivă și din punct de vedere al performanțelor, obținîndu-se modelul prezentat.

Dat fiind că primul plotter necesită reglaje pretențioase pentru obținerea unor deplasări line și uniforme pe axa X și eliminarea jocurilor, are un mecanism complicat de ridicare-coborîre toc, iar partea sa electronică nu este compactă, îngreunînd depanarea, s-a urmărit obținerea, al noul model, a unor avantaje ca : dispunerea mecanicii într-un ansamblu de sine stătător, înlocuirea rulmenților căii de rulare cu bucșe cu bile cu recirculare, realizarea unei soluții de coborîre — ridicare toc precise și simple, posibilitatea schimbării automate a culorii.

Pasul minim adresabil este 0,1 mm, acționarea efectuîndu-se cu motoare electrice pas cu pas, cu valoarea pasului unghiular nominal de 1,8°, cuplul maxim fiind de 0,16 ÷ 0,2 Nm. Sistemul de fixare a hîrtiei este electrostatic.

Tocul este acționat de o clapetă, care de fapt este armătura mobilă a unui electromagnet ce se află montat pe cărucior și care produce mișcarea de coborîre-ridicare toc.

Antrenarea ansamblului mobil se efectuează cu cablu metalic trecut peste role presate pe rulmenți și fixat pe tamburii motoarelor de antrenare (fig. 1 și fig. 2).

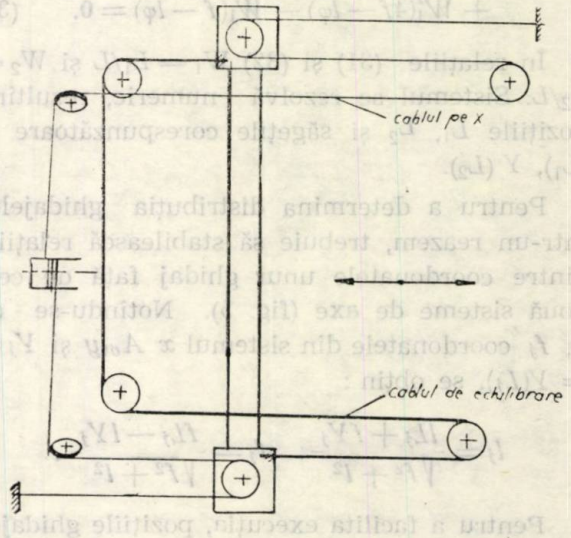


Fig. 1 Schema cinematică a deplasării pe axa X.

Așa cum s-a amintit, sistemul de ghidare constă, pe axa X, în două ghidaje cilindrice cu diametrul de 12 mm, unul pentru două bucșe cu bile și pe celălalt alunecînd o bucșă deschisă din teflon. Pe axa Y sistemul de ghidare constă într-un ghidaj cilindric cu diametrul de 8 mm

pentru două bucșe cu bile și un ghidaj prismatic profilat din aluminiu, pe care se rostogolesc role din teflon montate pe cărucior. Ridicarea — coborîrea tocului are loc pe trei știfturi de ghidare și centrare.

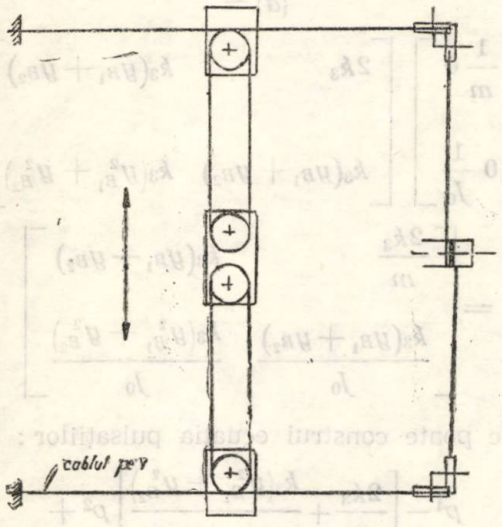


Fig. 2 Schema cinematică a deplasării pe axa Y.

Din punct de vedere al posibilității de schimbare a tocului, este de menționat faptul că magazia are un număr variabil de tocuri și că sistemul de predare-preluare toc se realizează cu pîrghii.

Prinderea tocului permite utilizarea de tocuri tip ROTRING cît și de tocuri cu bilă sau fibră.

Viteza de inscripționare axială ce poate fi obținută este de 30 cm/s, lungimea vectorilor putînd avea orice valoare în interiorul formatului de desenare.

În funcționarea plotter-ului, vibrațiile echipamentului mobil sînt fenomene nedorite. Ele provoacă deplasări necontrolate ale inscriptorului și se datoresc momentelor de răsturnare date de necolinearitatea direcției de aplicare a forței de acționare cu direcția forței de inerție, precum și jocurilor sau neregularităților suprafețelor ghidajelor. Pentru a evita amplitudinile mari, din proiectare, se stabilesc rigidități corespunzătoare ale structurilor echipamentelor mobile și ghidajelor, care să conducă la frecvențe proprii mult diferite de cele excitatoare (motoarele pas cu pas).

Studiul mișcării echipamentului mobil pe axa x se face în raport cu un sistem de coordonate trirectangular *OXYZ*, cu origina în centrul de masă (cînd căruciorul de pe axa *y* este așezat central — fig. 3).

Considerînd echipamentul mobil drept un rigid sprijinit elastic în ghidaje, se pot scrie ecuațiile vibrațiilor de răsucire și de translație ale acestuia, în ipoteza unor deformații mici.

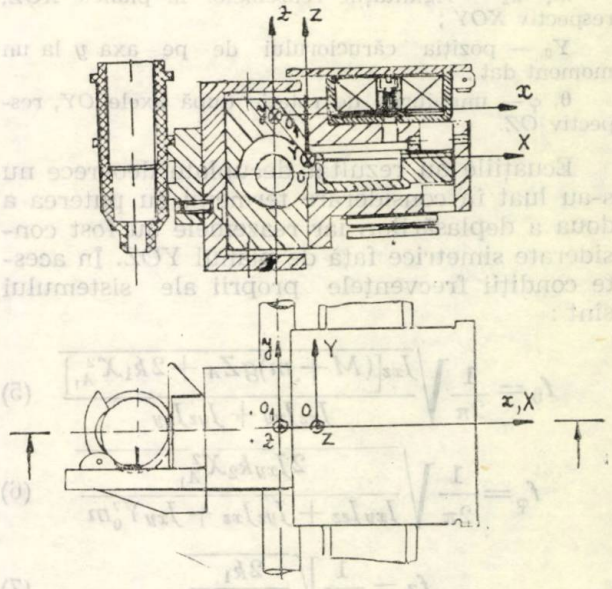


Fig. 3 Căruciorul port-toc (axa Y).

Cu notațiile din figura 4 acestea sînt :

$$\left(J_{yy}+\frac{J_{yz}J_{xy}}{J_{xz}}\right)\ddot{\theta}=-F\cdot z_F-(m+M)g\cdot z_A\theta-2k_1X_{A_1}^2\theta \quad (1)$$

$$\left(J_{zz}+\frac{J_{yz}J_{xz}}{J_{xy}}+mY_0^2\right)\ddot{\varphi}=-\frac{Fb}{2}-2k_2X_{A_1}^2\varphi \quad (2)$$

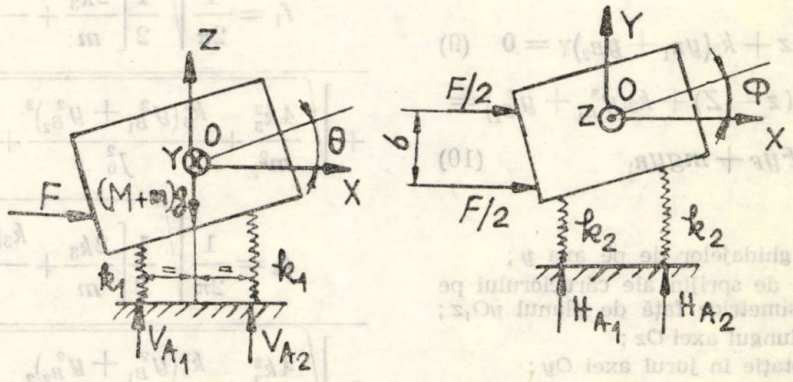


Fig. 4 Modelul mecanic al căruciorului de pe axa X.

$$(m+M)\ddot{Z}+2k_1Z=(M+m)g \quad (3)$$

$$(m+M)\ddot{Y}+2k_2Y=0 \quad (4)$$

În relațiile (1)... (4) mărimile au următoarele semnificații :

J_{yy}, J_{zz} — momentele de inerție ale ansamblului echipamentelor mobile după axele OY și OZ ;

J_{xy}, J_{yz}, J_{xz} — momentele de inerție centrifugale ;

M, m — mesele cărucioarelor de pe axa x, respectiv y ;

F — forța de acționare dată de motorul pas cu pas ;

A_1, A_2 — punctele de sprijin în ghidaje considerate simetrice față de planul YOZ ;

k_1, k_2 — rigiditățile reazemelor în planele XOZ, respectiv XOY ;

Y_0 — poziția căruciorului de pe axa y la un moment dat ;

θ, φ — unghiurile de rotație după axele OY, respectiv OZ.

Ecuațiile au rezultat decuplate deoarece nu s-au luat în considerare termenii cu puterea a doua a deplasărilor, iar reazemele au fost considerate simetrice față de planul YOZ. În aceste condiții frecvențele proprii ale sistemului sînt :

$$f_\theta=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{J_{xz}\left[(M+m)gZ_A+2k_1X_{A_1}^2\right]}{J_{xz}J_{yy}+J_{yz}J_{xy}}} \quad (5)$$

$$f_\varphi=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2J_{xy}k_2X_{A_1}^2}{J_{xy}J_{zz}+J_{yz}J_{xz}+J_{xy}Y_0^2m}} \quad (6)$$

$$f_Z=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2k_1}{M+m}} \quad (7)$$

$$f_Y=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2k_2}{M+m}} \quad (8)$$

Mișcarea căruciorului pentru axa y se studiază separat, considerînd deplasările calculate anterior drept excitații prin mișcarea suportului. Sistemul de axe O_1xyz se atașează centrului de masă al căruciorului (fig. 3). Cu notațiile din figura 5 ecuațiile de mișcare ale căruciorului sînt :

$$m(\ddot{z}-\ddot{Z})+2k_3z+k_3(y_{B_1}+y_{B_2})\gamma=0 \quad (9)$$

$$J_0\ddot{\gamma}+k_3(y_{B_1}+y_{B_2})(z-Z)+k_3(y_{B_1}^2+y_{B_1}^2)=$$

$$=-Fy_F+mgy_{B_1} \quad (10)$$

unde :

k_3 este rigiditatea ghidajelor de pe axa y ;

B_1, B_2 — punctele de sprijin ale căruciorului pe ghidajele considerate simetrice față de planul yO_1z ;

z — deplasarea în lungul axei Oz ;

γ — unghiul de rotație în jurul axei Oy ;

Z — deplasarea ghidajelor ca urmare a mișcărilor vibratorii ale suportului (căruciorul de pe axa x);

F — forța de acționare din fir, dată de motorul pas cu pas ;

J_0 — momentul de inerție al căruciorului față de axa O_1y.

Matricea dinamică a sistemului este :

$$\{d\}=$$

$$=\begin{bmatrix}\frac{1}{m} & 0\\ 0 & \frac{1}{J_0}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}2k_3 & k_3(y_{B_1}+y_{B_2})\\ k_3(y_{B_1}+y_{B_2}) & k_3(y_{B_1}^2+y_{B_2}^2)\end{bmatrix}=$$

$$=\begin{bmatrix}\frac{2k_3}{m} & k_3(y_{B_1}+y_{B_2})\\ \frac{k_3(y_{B_1}+y_{B_2})}{J_0} & \frac{k_3(y_{B_1}^2+y_{B_2}^2)}{J_0}\end{bmatrix} \quad (11)$$

Se poate construi ecuația pulsațiilor :

$$p^4-\left[\frac{2k_3}{m}+\frac{k_3(y_{B_1}^2+y_{B_2}^2)}{J_0}\right]p^2+$$

$$+\frac{k_3^2(y_{B_1}-y_{B_2})^2}{mJ_0}=0 \quad (12)$$

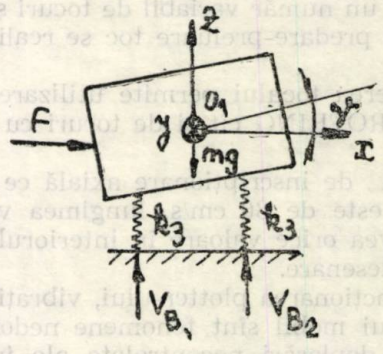


Fig. 5 Modelul mecanic al căruciorului de pe axa Y.

Frecvențele proprii vor fi :

$$f_1=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{2}\left[\frac{2k_3}{m}+\frac{k_3(y_{B_1}^2+y_{B_2}^2)}{J_0}+\right.}$$

$$\left.+\sqrt{\frac{4k_3^2}{m^2}+\frac{k_3^2(y_{B_1}^2+y_{B_2}^2)^2}{J_0^2}+\frac{8k_3^2y_{B_1}y_{B_2}}{mJ_0}}\right] \quad (13)$$

$$f_2=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{2}\left[\frac{2k_3}{m}+\frac{k_3(y_{B_1}^2+y_{B_2}^2)}{J_0}+\right.}$$

$$\left.+\sqrt{\frac{4k_3^2}{m}+\frac{k_3^2(y_{B_1}^2+y_{B_2}^2)_2}{J_0^2}+\frac{8k_3^2y_{B_1}y_{B_2}}{mJ_0}}\right] \quad (14)$$

Dacă se realizează căruciorul astfel încît $y_{B_1} = y_{B_2}$, atunci :

$$f_1 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2k_3}{m} + \frac{2k_3 y_{B_1}^2}{J_0}} \quad \text{și} \quad f_2 = 0 \qquad (15)$$

După proiectarea constructivă a modelului s-au apreciat prin calcul și măsurare valorile parametrilor care intră în relațiile (5)... (14). Acestea sînt : $M = 0{,}500$ kg ; $m = 0{,}225$ kg ; $k_1 = k_2 = 5000$ N/mm ; $k_3 = 4500$ N/mm ; $J_{yy} = 415$ kgmm^2 ; $J_{zz} = 12700$ kgmm^2 ; $J_0 = 120$ kgmm^2 ; $z_A = 41$mm ; $y_B = 11$ mm ; $Y_0 = 200$ mm. S-a considerat că există simetrii care anulează momentele de inerție centrifugale.

Pe baza relațiilor (5)... (14) au rezultat următoarele frecvențe proprii :

$f_0 = 710$ Hz ; $f_{\varphi_{min}} = 95$ Hz ; $f_{\varphi_{max}} = 126$ Hz ;

$f_Z = f_Y = 596$ Hz ; $f_1 = 575$ Hz.

Avînd în vedere că motorul pas cu pas funcționează în gama de frecvențe 300—3.000 pași pe secundă, s-a indicat alegerea unei comenzi adecvate pentru generarea vectorilor care să evite frecvențele apropiate de cele rezultate din calcul. Modelul funcțional realizat a corespuns testărilor, unele inconveniente fiind remediate pe parcurs.

În proiectarea noului plotter au fost adoptate soluții constructive noi, simple tehnologic, necesitînd mai puține reglaje, cu beneficii asupra preciziei.

Un progres esențial îl reprezintă posibilitatea schimbării automate a tocurilor, deci a culorilor.

BIBLIOGRAFIE

[11] *Harris, C., Crede, Ch.* : Șocuri și vibrații, vol. I.E.T. 1968, pag. 64—92.

[2] *Geber, T., Vuici, M., ș.a.* : Echipamente periferice, vol. II, E,T., 1981, pag. 167—179.

CZ : 621.313.13

Optimizarea acționărilor cu motoare pas cu pas electrice

Conf. dr. ing. Dumitru **TUDOR** — Institutul Politehnic București

Utilizarea frecventă a motarelor pas cu pas în mecanica fină, în special pentru reglarea poziției impune un studiu profund în vederea optimizării acestor acționări avîndu-se în vedere că în țara noastră MPP sînt executate pe scară industrială într-un număr de tipo dimensiuni extrem de restrîns.

Existența pe piața românească numai a unor motoare care dezvoltă momente de acționare mici (0,15 Nm sau 0,3 Nm) limitează sensibil domeniile de utilizare a acestora, la o serie de aplicații importante, precum comanda roboților industriali sau acționarea incrementală a unor module de translație ori rotație.

Domeniile de utilizare sînt sensibil restrînse în perioadele tranzitorii de funcționare prin acționarea necorespunzătoare a motorului, datorită pierderilor importante pentru învingerea forțelor de inerție.

Este evident din figura 1 (caracteristica MPP), că la același moment rezistent redus M_{rr}, frecvența f_r de comutare a pașilor, deci și viteza unghiulară a motorului în mișcarea de regim, este mai mare decît cea de pornire f_p sau oprire, diferență care se accentuează prin creșterea momentului de inerție redus J_r.

Utilizarea unor bucle de viteză trapezoidală ca în figura 2, prin creșterea progresivă a frecvenței f_t de comutare a pașilor MPP, per-

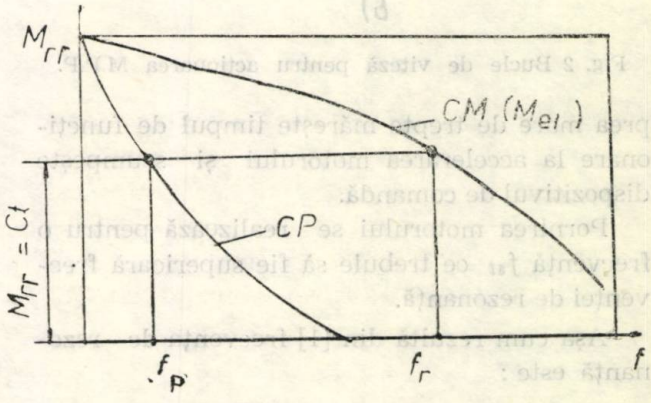


Fig. 1 Caracteristica M.P.P.

mite o micșorare a influenței forțelor de inerție și o trecere progresivă spre frecvența de regim. Practic, frecvența de comutare a MPP se obține într-un număr de n trepte cu salturi de frecvențe Δf_t. Cu cît numărul de trepte n este mai mare, momentul electric M_{et} dezvoltat de motor la frecvențe f_t este consumat, în special, pentru învingerea momentului rezistent

redus și, în proporție din ce în ce mai mică, pentru învingerea forțelor de inerție, conform relației :

$$M_{ei} = M_{rr} + J_r \varepsilon_i \tag{1}$$

unde ε_i reprezintă accelerația unghiulară necesară penru creșterea vitezei unghiulare cu $\Delta\omega_i$, datorită saltului de frecvență Δf_i. Un număr

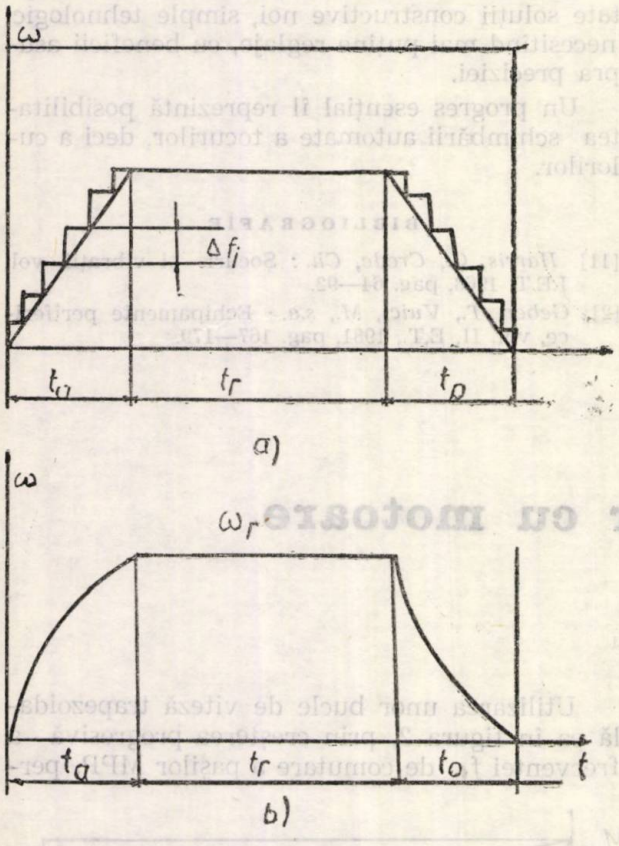


Fig. 2 Bucle de viteză pentru acționarea M.P.P.

prea mare de trepte mărește timpul de funcționare la accelerarea motorului și scumpește dispozitivul de comandă.

Pornirea motorului se realizează pentru o frecvență f_{st} ce trebuie să fie superioară frecvenței de rezonanță.

Așa cum rezultă din [1] frecvența de rezonanță este :

$$f_{rez} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{pM_{eM}}{J_r}} \tag{2}$$

unde :

p reprezintă numărul de pași rotorici ai MPP;

J_r — momentul de inerție redus ;

M_{eM} — momentul electric maxim dezvoltat de MPP.

Admițîndu-se într-o primă ipoteză o mișcare uniform accelerată pentru obținerea vitezei unghiulare ω_{st} corespunzătoare frecvenței f_{st}, timpul de accelerare este :

$$t_{st} = \frac{\omega_{st}}{\varepsilon_{st}} \tag{3}$$

Determinîndu-se viteza și accelerația unghiulară cu relațiile :

$$\omega_{st} = 2\pi f_{st}/N \tag{4}$$

$$\varepsilon_{st} = \frac{M_{es} - M_{rr}}{J_r K} \tag{5}$$

se obține

$$t_{st} = 2\pi k \frac{f_{st} J_r}{(M_{es} - M_{rr})N} \tag{6}$$

unde :

M_{es} reprezintă momentul electric dezvoltat de MPP la frecvențe f_{st} ;

K — un coeficient de siguranță, care consideră exprimarea aproximativă în calcule atît a momentului rezistent redus M_{rr} (considerat constant) cît și a momentului electric M_{es}.

Valoarea acestui coeficient se recomandă între 1,5 + 2,5.

Accelerarea motorului se poate realiza în trei variante (fig. 3 — t_p, timpul de comutare a unui pas, t_m — timpul de mișcare al rotorului în perioada de comutare a unui pas).

Varianta din figura 3, c este de dorit, cu excepția frecvenței de start, cînd se recomandă o trecere rapidă prin frecvența de rezonanță. Din acest motiv, la pornire, pe prima dreaptă se determină frecvența de start astfel încît $t_m = t_p$ și $\alpha_p = \alpha_i$, (α_p — pasul motorului, α_i — deplasarea unghiulară a MPP în timpul de mișcare t_m). Deoarece $t_p = 1/f_{st}$, frecvența de start este :

$$f_{st} = \sqrt{\frac{N(M_{eM} - M_{rr})}{2\pi J_r K}} \tag{7}$$

în care M_{eM} — momentul motor maxim s-a considerat aproximativ egal cu cel corespunzător frecvenței de start.

Este necesar ca $f_{st} \approx (1{,}25 + 1{,}35)\, f_{rez}$. În caz că această frecvență devine prea mare, se recomandă să nu depășească $1{,}5\, f_{rez}$. De la frecvența de start, motorul este accelerat pînă la frecvența de regim f_r, în n trepte de frecvență f_i, alese arbitrar în progresie geometrică descrescătoare.

Accelerarea motorului se recomandă să se obțină pentru un număr minim de pași, necesitînd două sau trei comutări succesive, la aceeași frecvență f_i, astfel încît timpul de mișcare să îl egaleze pe cel de comutare.

La accelerarea motorului în doi pași (fig. 4), comutarea motorului este posibilă dacă spațiul α_{i1} (parcurs de către motor pentru prima secvență de comutare) asigură dezvoltarea unui moment electric egal sau mai mare decît momentul rezistent redus M_{rr}, iar la o doua secvență de comutare, spațiul α_{i2} este mai mare ca pasul $\alpha_p = 2\pi/N'$.

Exprimîndu-se analitic aceste condiții, este necesar ca :

$$\alpha_{i1} \geq 2 \arcsin \frac{M_{rr}}{M_{ei+1,M}} \tag{8}$$

și

$$\alpha_{i1} + \alpha_{i2} \geq 2\alpha_p$$

unde :

$$\alpha_{i1} = \omega_i t_p + \varepsilon_i \frac{t_p^2}{2} \tag{9}$$

$$\alpha_{i2} = \omega_i(\Delta t_i - t_c) + \frac{1}{2}\varepsilon_i(\Delta t_i - t_p)^2 + \omega_{i+1}(2t_p - \Delta t_i) \tag{10}$$

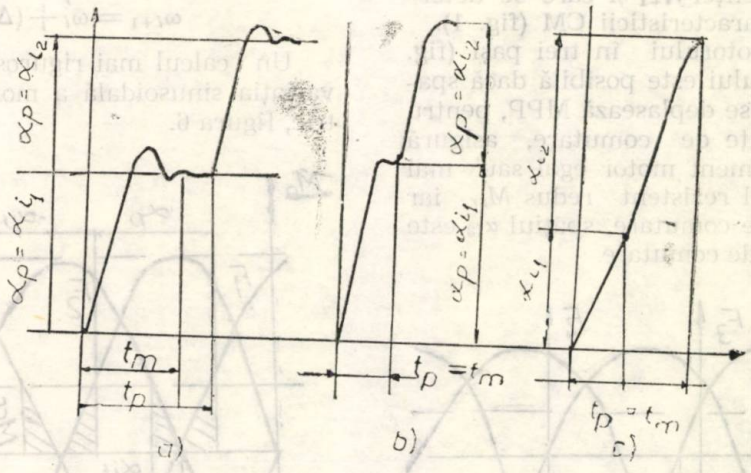


Fig. 3 Deplasarea M.P.P. în intervalul unei comutări.

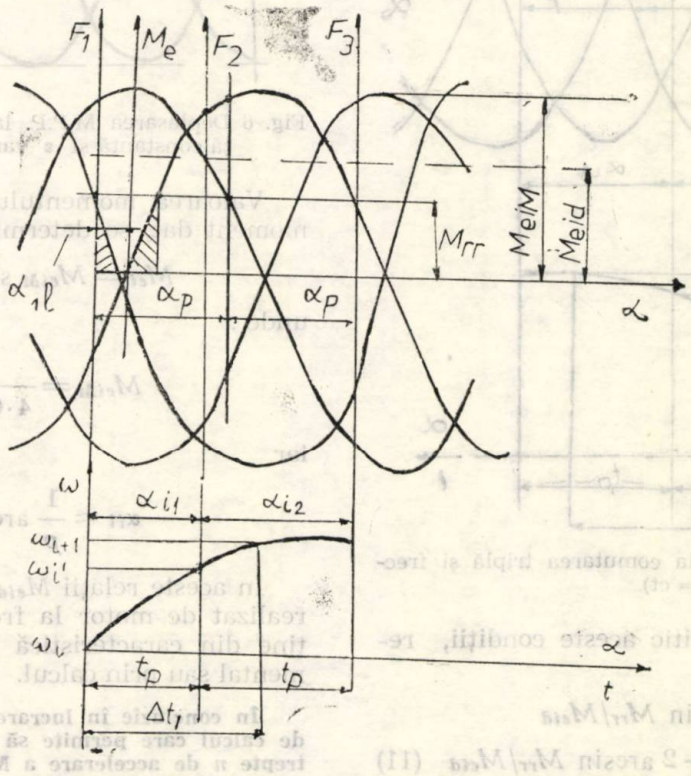


Fig. 4 Deplasarea M.P.P. la comutarea dublă constantă (ε = ct).

iar

$$M_{ei+1,M} = \frac{\pi}{4 \cdot 0{,}707} M_{i+1,d}$$

$$\varepsilon_i = \frac{M_{ei+1,d} M_{rr}}{KJ_r}$$

$$\omega_i' = \varepsilon_i t_p + \omega_i$$

$$\omega_{i+1} = 2\pi f_{i+1}/N$$

$$\omega_{i+1} = \omega_i' + (\Delta t_i - t_p)\varepsilon_i$$

$M_{ei+1,d}$, reprezintă momentul motor electric corespunzător frecvenței f_{i+1} și care se determină cu ajutorul caracteristicii CM (fig. 1).

La accelerarea motorului în trei pași (fig. 5), comutarea motorului este posibilă dacă spațiul $\alpha_{i1} + \alpha_{i2}$ cu care se deplasează MPP, pentru primele două secvențe de comutare, asigură dezvoltarea unui moment motor egal sau mai mare decît momentul rezistent redus M_{rr}, iar la a treia secvență de comutare, spațiul α_{i3} este cel puțin egal cu cel de comutare.

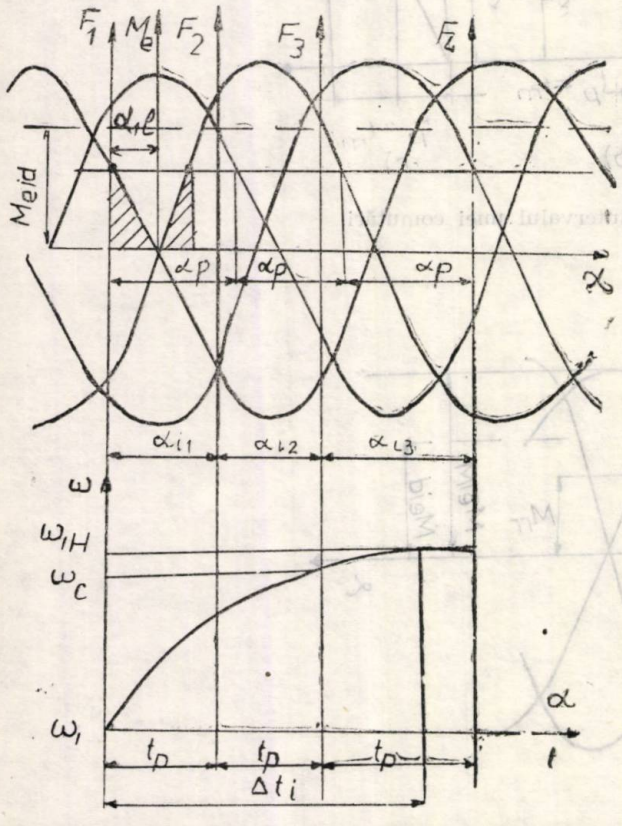


Fig. 5 Deplasarea M.P.P. la comutarea triplă și frecvență constantă (ε = ct).

Exprimîndu-se analitic aceste condiții, rezultă :

$$\alpha_{i1} \geq 2 \arcsin M_{rr}/M_{eid}$$

$$\alpha_{i1} + \alpha_{i2} \geq 2\pi/N + 2 \arcsin M_{rr}/M_{eid} \quad (11)$$

$$\alpha_{i1} + \alpha_{i2} + \alpha_{i3} \geq 3\alpha_p$$

unde :

$$\alpha_{i1} + \alpha_{i2} = 2\omega_i t_p + 2\varepsilon_i t_p^2 \quad (12)$$

$$\alpha_{i3} = \omega_i'(\Delta t_i - 2t_p) + \frac{1}{2}\varepsilon_i(\Delta t_i - 2t_p)^2 + \varepsilon_{i+1}(3t_p - \Delta t_i) \quad (13)$$

iar :

$$\varepsilon_i = \frac{M_{ei+1,d} - M_{rr}}{KJ_r}$$

$$\varepsilon_i = 2\varepsilon_i t_c + \omega_i$$

$$\omega_{i+1} = \omega_i' + (\Delta t_i - 2t_p)\varepsilon_i \quad (14)$$

Un calcul mai riguros trebuie să considere variația sinusoidală a momentului motor electric, figura 6.

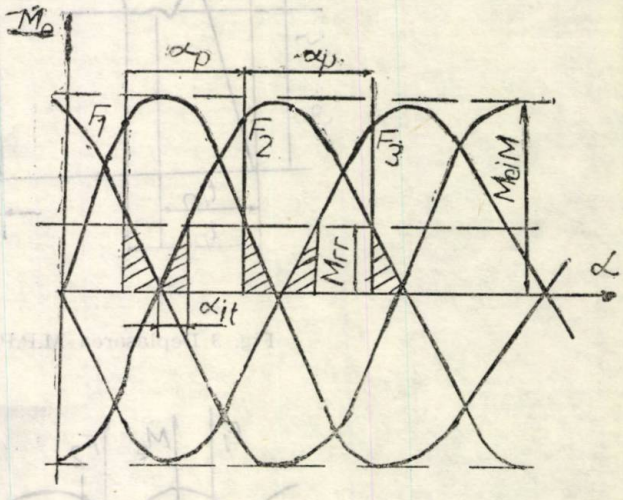


Fig. 6 Deplasarea M.P.P. la comutare dublă, frecvență constantă și ε variabil.

Valoarea momentului electric M_{ei}, la un moment dat, se determină cu relația :

$$M_{ei} = M_{eiM} \sin p(\alpha_p - \alpha_{il}) \quad (15)$$

unde :

$$M_{eiM} = \frac{\pi}{4 \cdot 0{,}707} M_{eid} \quad (16)$$

iar

$$\alpha_{il} = \frac{1}{p} \arcsin \frac{M_{rr}}{M_{eiM}} \quad (17)$$

În aceste relații M_{eid} este momentul electric realizat de motor la frecvența f_i, care se obține din caracteristică MPP stabilită experimental sau prin calcul.

În concluzie în lucrare este prezentată o metodă de calcul care permite să se stabilească numărul de trepte n de accelerare a MPP, astfel încît influența forțelor de inerție să fie cît mai mică, iar utilizarea MPP, să fie optimă, din punct de vedere al momen-

tului rezistent învins de către motor, cît și din punct de vedere al productivității și prețului de cost al dispozitivului de comandă.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Blebea, I.:* Contribuții privind optimizarea regimului de accelerare — decelarare a MPP utilizate ca servo motoare în sistemele de acționare electro-hidraulice funcționînd în regim pas cu pas. În al 3-lea Simpozion național de Roboți industriali. București, 19 oct. 1985.

[2] *Kuo, C.B., ș.a.:* Sisteme de comandă și reglare incrementală a poziției. Editura tehnică, București.

[3] *Demian, Tr. ș.a.:* Bazele proiectării aparatelor de mecanică fină. Editura tehnică, București, 1986.

CZ : 621.31

Ploter multicreion cu tambur pentru formate mici

Șef lucr. dr. ing. Eugen **GRECU**, conf. dr. ing. Nicolae **ENESCU** — Institutul Politehnic București
Ing. Marian **PIRPILIU** — Întreprinderea „Electronica" București

Introducere

Printre cele mai utilizate plotere în sistemele de calcul sînt cele dotate cu creion, care, spre deosebire de ploterele termice, cu jet de cerneală, electrostatice sau cu laser, utilizează hîrtie și creioane obișnuite, din comerț.

Ploterele perfecționate fac posibile trasarea unor desene policrome sau a desenelor industriale cu diferite grosimi ale liniei. Creioanele se pot așeza fie pe căruciorul de trasare (fig. 1 a, b), fie în lungul uneia din laturile formatului (pe masa de trasare) (fig. 1, c), fie pe un carusel — magazie de creioane (fig. 1 d, e).

Prima soluție se întîlnește, de obicei, la ploterele tip masă de trasat pentru formate A_0 sau mai mari, unde cele 2—4 creioane se montează pe capul de trasare și sînt acționate succesiv (mecanic sau electric) la o comandă exterioară (modelele BENSON, QUEST, ARISTO, fig. 1, b). Datorită gabaritului mare (în special la acționarea individuală prin electromagneți a fiecărui creion), crește inerția căruciorului, scade viteza de trasare, fiind necesare motoare puternice pentru antrenare. Soluția este folosită și la miniimprimantele calculatoarelor personale (modelul BRYANS, la care hîrtia este sub formă de sul și are o lățime de maximum 100 mm, fig. 1, a).

Soluția a doua este folosită la ploterele tip masă de trasat pentru formate mai mici de A_3 (fig. 1, c, modelul HEWLETT PACKARD), schimbarea creioanelor efectuîndu-se, de obicei, mecanic ; dispunerea în linie a creioanelor permite utilizarea a pînă la 8 creioane. Soluția din figura 1, d este rar întîlnită la ploterele masă de trasat, deoarece mărește gabaritul.

La ploterele cu tambur (la care hîrtia se deplasează pe axa X), singura soluție economică pentru schimbarea a minimum patru creioane este cea în care acestea sînt dispuse pe un carusel cu mișcare incrementală (obținută prin

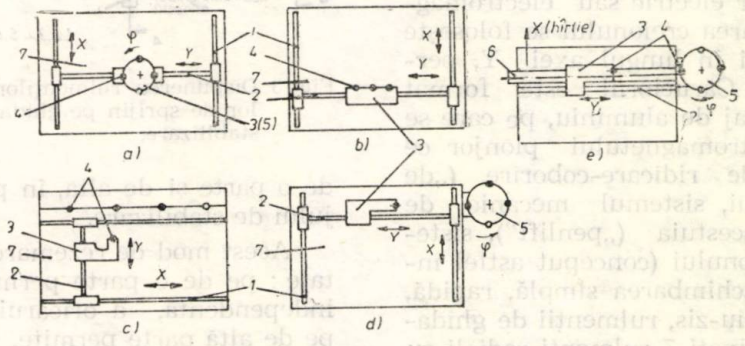


Fig. 1 Moduri de așezare a creioanelor la ploterele multicreioane

a) pe caruselul căruciorului de trasare ; b) pe căruciorul de trasare ; c) pe masa de trasare ; d, e) pe un carusel în exteriorul formatului. S-au notat : X, Y — deplasările căruciorului (în cazul e) se deplasează hîrtia) ; φ — deplasarea unghiulară a caruselului ; 1, 2 — ghidaje pe axele X, Y ; 3 — cărucior ; 4 — creioane ; 5 — carusel — magazie ; 6 — tambur hîrtie ; 7 — masă de trasat

motor pas cu pas, prin electromagneți și mecanism cu clichet sau prin motor și mecanism cu cruce de Malta, fig. 1, e), dispus în afara formatului. Schimbarea creioanelor se realizează la comandă, prin metode mecanice (HEWLETT-PACKARD), ele fiind acoperite de obicei pe perioada de înmagazinare.

ele ; un al cincilea rulment, plasat în partea inferioară, avînd rolul de reglaj pentru preluarea jocului (este fixat pe un arbore excentric, blocarea în poziția dorită realizîndu-se printr-un șurub). Reglajul este corect făcut atunci cînd deplasarea căruciorului pe ghidaj este lină, fără șocuri și gripări și cînd inelele exterioare ale

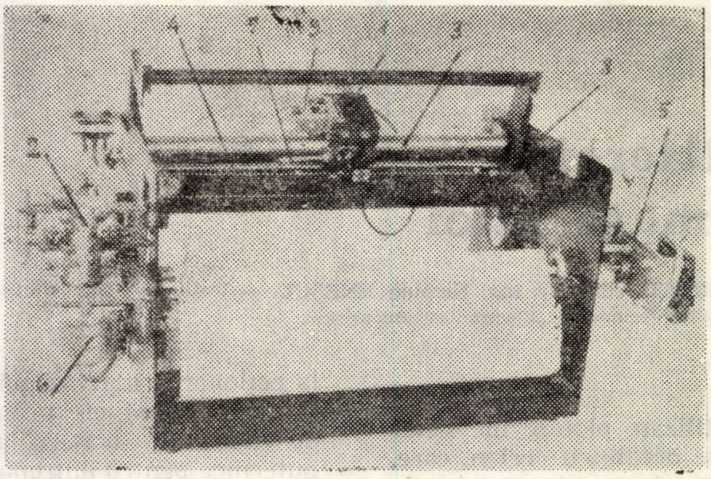


Fig. 2 Ploterul proiectat în cadrul Institutului Politehnic București (cu sistemul de ghidare ridicat).
1 – cărucior port-creion ; 2 — carusel cu 4 creioane ; 3 – ghidaj principal ; 4 — ghidaj de stabilizare ; 5 – servomotor antrenare hîrtie ; b — motor pas cu pas carusel ; 7 limitator cursă ; 8 — batiu ; 9 – sistem fixare — preluare — depunere creion)

Construcția căruciorului port-creioane proiectat

La Catedra de Mecanică Fină a Institutului Politehnic București, a fost construit un ploter cu tambur (fig. 2) la care caruselul este antrenat printr-un motor pas cu pas.

Pentru operațiile de fixare și depunere — preluare a creionului, s-a folosit — atît pe carusel cît și pe căruciorul de trasare — un sistem bistabil mecanic pîrghii și arcuri [1, 2] ce prezintă următoarele **avantaje :** nu necesită element motor (motor electric sau electromagneți), pentru schimbarea creionului se folosește mișcarea căruciorului în lungul axei Y, permite miniaturizarea. Căruciorul este format dintr-un corp din aliaj de aluminiu, pe care se fixează : bobina electromagnetului plonjor ce realizează mișcarea de ridicare-coborîre („de apăsare") a creionului, sistemul mecanic de ridicare coborîre a acestuia („penlift"), sistemul de fixare a creionului (conceput astfel încît să facă posibilă schimbarea simplă, rapidă, a lui), creionul propriu-zis, rulmenții de ghidare. Pe cărucior sînt fixați 7 rulmenți radiali cu bile pe un rînd, ce rulează pe cîte două ghidaje (sub forma unor țevi sau bare din oțel inoxidabil) : unul principal (fig. 3, a) și altul de stabilizare (fig. 3, b).

Greutatea căruciorului este preluată de 4 rulmenți dispuși cîte doi în plane la 90° între

tuturor rulmenților se învîrtesc la deplasarea căruciorului. Ghidajul principal preia patru grade de libertate. Cel de-al cincilea grad de libertate este preluat de doi rulmenți, dispuși

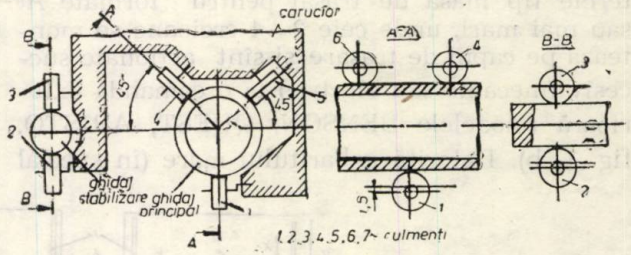


Fig. 3 Dispunerea rulmenților pe cărucior și modul lor de sprijin pe ghidajul principal și pe cel de stabilizare.

de o parte și de alta, în plan vertical, a ghidajului de stabilizare.

Acest mod de rezemare prezintă două **avantaje** : pe de o parte permite înlocuirea rapidă, independentă, a oricăruia dintre rulmenți și pe de altă parte permite, în cazul uzurii ghidajelor, remedierea rapidă a jocului. Această operație se poate face în două moduri : fie se refac reglajele, compensînd astfel jocurile apărute, fie se rotește ghidajul mare în jurul axei sale (fig. 4), pînă ce o porțiune neuzată vine în contact cu rulmenții (sînt posibile pînă la 10 rotiri).

La uzarea ghidajului de stabilizare, acesta se înlocuiește cu unul nou, fiind mult mai ieftin decît cel principal.

Stabilirea modelului matematic

În continuare, se va stabili modelul matematic prin care se simulează comportarea dinamică a căruciorului port-creioane. Aceasta de-

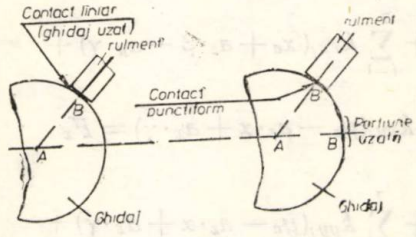


Fig. 4 Remedierea jocului apărut prin uzura ghidajului.

pinde de numeroși parametri, iar luarea lor în considerare în totalitate este foarte dificilă. De aceea, fără a introduce prea mari erori, pentru simplificare, se poate studia separat dinamica sistemului port-creion, în funcție de cîțiva parametri, cu ajutorul cărora să se poată stabili dimensiunile și configurația optimă a sistemului.

Vibrațiile căruciorului în timpul deplasării sale sînt provocate de :

a) momentele de răsturnare generate de necoliniaritatea direcției de aplicare a forței de tracțiune (din firul de antrenare) cu direcția forței de inerție ;

b) neregularitățile suprafețelor de ghidare ;

c) efectele forței de apăsare a creionului pe hîrtie (și notată cu P, fig. 5) și a forței de frecare a acestuia cu suprafața de hîrtie, F_f, ambele forțe fiind considerate forțe perturbatoare, variabil în timp ;

d) elasticității elementelor de rulare.

În continuare se va studia influența rulmenților, considerați [3, 4] ca generatori ai frecvențelor coborîte de rezonanță și care afectează timpul de poziționare a căruciorului. Se consideră căruciorul ca fiind un corp rigid, rezemat elastic pe cei 7 rulmenți, și raportat la sistemul de axe $\bar{X}'$, $\bar{Y}'$, $\bar{Z}'$ (ce este mobil față de sistemul fix $\bar{X}$, $\bar{Y}$, $\bar{Z}$) și la sistemul de axe, X, Y, Z, ambele fixate de cărucior (fig. 5).

Cele 5 grade de libertate ale căruciorului sînt : deplasările centrului de grutate pe direcțiile $\bar{X}'$ și $\bar{Y}'$ (notate x_c și y_c) și deplasările unghiulare (rotirile) α, β, γ în jurul axelor X' $\bar{Y}$, $\bar{Z}$.

Neglijînd influența amortizării vîscoase din reazemele elastice, pentru aplicarea ecuațiilor lui Lagrange sînt necesare a fi scrise doar expresiile energiei cinetice totale E și a funcției de forță U pentru subansamblul cărucior și anume :

$$E=\frac{1}{2}m(\dot{x}_c^2+\dot{y}_c^2+\dot{z}_c^2)+\frac{1}{2}[\dot{\alpha},\ \dot{\beta},\ \dot{\gamma}]\cdot$$

$$\cdot\begin{bmatrix} J_x & -J_{xy} & -J_{xz} \\ -J_{xy} & J_y & -J_{yz} \\ -J_{xz} & -J_{yz} & J_z \end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix}\dot{\alpha}\\ \dot{\beta}\\ \dot{\gamma}\end{bmatrix} \qquad (1)$$

$$U=-\frac{1}{2}\sum k_{xx}(x_c+a_2\beta-a_y\gamma)^2-$$

$$-\frac{1}{2}\sum k_{yy}(y_c-a_z\alpha+a_x\gamma)^2-\sum k_{xy}(x_c+a_z\beta-$$

$$-a_y\gamma)(y_c-a_z\alpha+a_x\gamma) \qquad (2)$$

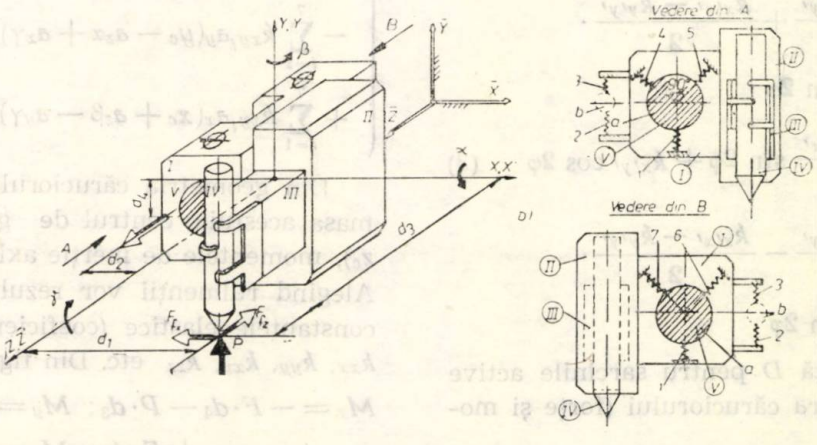


Fig. 5 Schema de așezare a rulmenților pe cărucior și sistemele axelor de coordonate (1 + 7 — rulmenți ; I + V — corpuri elementare.
a — ghidaj principal ; b — ghidaj de stabilizare).

S-au notat : m — masa totală a căruciorului (sistemului mobil) ;

J_{xx}, J_{yy}, J_{zz} — momentele de inerție axiale ;

J_{xy}, J_{xz}, J_{yz} — momentele centrifugale ;

a_x, a_y, a_z — distanțele pe direcțiile X, Y, Z la care se află reazemele (rulmenții) față de centrul de greutate al sistemului ;

$\dot{\alpha}$, $\dot{\beta}$, $\dot{\gamma}$ — vitezele unghiulare, respectiv $\ddot{\alpha}$, $\ddot{\beta}$, $\ddot{\gamma}$ — accelerațiile unghiulare, ale mișcărilor de rotație ale sistemului față de axele X, Y, Z.

Sumele (Σ) din expresia U apar datorită faptului că în sistem sînt considerate mai multe elemente elastice, reprezentate prin cei 7 rulmenți, al căror efect principal se manifestă pe direcția radială perpendiculară pe reazem. Deci, pentru fiecare rulment $k_{x'x'} = 0$, $k_{x'y'} = 0$ și $k_{y'y'} = k$ (k fiind coeficientul de elasticitate sau influență, și care se dă în catalog), axa x' fiind axa rulmentului, iar axa y, pe direcția radială (fig. 6, a).

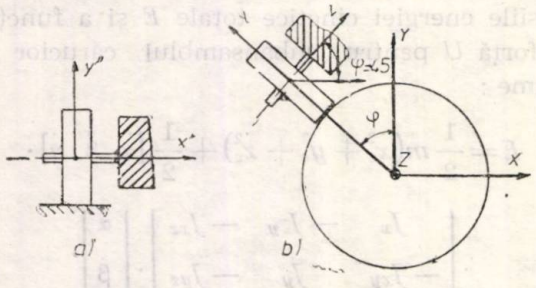


Fig. 6 Axele rulmenților.

În cazul rulmenților înclinați, la care direcțiile axelor proprii x' și y' nu coincid cu direcțiile axelor X și Y ale sistemului (fiind rotite cu φ față de acesta, fig. 6 b), se calculează [5] coeficienții de influență pe direcțiile X, Y cu relațiile :

$$\begin{cases} k_{xx} = \dfrac{k_{x'x'} + k_{y'y'}}{2} + \dfrac{k_{x'x'} - k_{y'y'}}{2} \cdot \\ \cdot \cos 2\varphi + k_{x'y'} \sin 2\varphi \\ k_{xy} = \dfrac{k_{y'y'} - k_{x'x'}}{2} \sin 2\varphi + k_{x'y'} \cos 2\varphi \\ k_{yy} = \dfrac{k_{x'x'} + k_{y'y'}}{2} - \dfrac{k_{x'x'} - k_{y'y'}}{2} \cdot \\ \cdot \cos 2\varphi - k_{x'y'} \sin 2\varphi \end{cases} \quad (3)$$

Funcția de forță D pentru sarcinile active ce acționează asupra căruciorului (forțe și momente) este :

$$D = F_x \cdot x_c + F_y \cdot y_c + F_z \cdot z_c + M_x \cdot \alpha + M_y \cdot \beta + M_z \cdot \gamma \quad (4)$$

Cu notațiile utilizate, ecuațiile Lagrange au forma :

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial E}{\partial \dot{q}_k}\right) - \frac{\partial E}{\partial q_k} = \frac{\partial U}{\partial q_k} + \frac{\partial D}{\partial q_k}, \quad k = 1 \ldots 5 \quad (5)$$

unde $q_k = x_c, y_c, \alpha, \beta, \gamma$ — reprezintă coordonatele generalizate ale sistemului. Dezvoltînd relația (5) se obțin 5 ecuații liniare de ordinul al doilea ce formează sistemul :

$$\begin{cases} m\ddot{x}_c + \sum_{i=1}^{7} k_{xx_i}(x_c + a_z \cdot \beta - a_y \cdot \gamma) + \\ + \sum_{i=1}^{7} k_{xy_i}(y_c - a_z \cdot \alpha + a_x \cdot \gamma) = F_x \quad (a) \\ m\ddot{y}_c + \sum_{i=1}^{7} k_{yy_i}(y_c - a_z \cdot \alpha + a_x \cdot \gamma) + \\ + \sum_{i=1}^{7} k_{xy_i}(x_c + a_z \cdot \beta - a_y \cdot \gamma) = F_y \quad (b) \\ J_{xx} \cdot \ddot{\alpha} - J_{xy} \cdot \ddot{\beta} - J_{zx} \cdot \ddot{\gamma} - \sum_{i=1}^{7} k_{yy_i}(a_z(y_c - \\ - a_z\alpha + a_x\gamma) - \sum_{i=1}^{7} k_{xy_i}(x_c + a_z\beta - \\ - a_y\gamma)a_z = M_x \quad (c) \\ J_{yy}\ddot{\beta} - J_{xy}\ddot{\alpha} - J_{yz}\ddot{\gamma} + \sum_{i=1}^{7} k_{xx_i}a_z(x_c + a_z\beta - \\ - a_y\gamma) + \sum_{i=1}^{7} k_{xy_i}a_z(y_c - a_z\alpha + \\ + a_x\gamma) = M_y \quad (d) \\ J_{zz}\ddot{\gamma} - J_{yz}\ddot{\beta} - J_{zx}\ddot{\alpha} - \sum_{i=1}^{7} k_{xx_i}a_y(x_c + a_z\beta - \\ - a_y\gamma) + \sum_{i=1}^{7} k_{yy_i}a_x(y_c - a_z\alpha + a_x\gamma) - \\ - \sum_{i=1}^{7} k_{xy_i}a_y(y_c - a_z\alpha + a_x\gamma) + \\ + \sum_{i=1}^{7} k_{xy_i}a_x(x_c + a_z\beta - a_y\gamma) = M_z \quad (e) \end{cases} \quad (6)$$

Din geometria căruciorului se pot calcula : masa acestuia, centrul de greutate $G(x_c, y_c, z_c)$, momentele de inerție axiale și centrifugale. Alegînd rulmenții vor rezulta, de asemenea, constantele elastice (coeficienții de influență) k_{xx}, k_{yy}, k_{xy}, k_{zz} etc. Din figura 5 mai rezultă :

$$M_x = -F \cdot d_4 - P \cdot d_3 ; \quad M_y = F_{fz} \cdot d_1 - F_{fx} \cdot d_3 + F \cdot d_2 ; \quad M_z = P \cdot d_1 \quad (7)$$

(d_1, d_2, d_3, d_4 au rezultat din construcția căruciorului). Impunîndu-se sau calculîndu-se [1]

forța de apăsare P a creionului, vom obține forța de frecare $F_f = \mu P$ (în cazul mișcării pe diagonală a creionului $F_{fx} = F_{fy} = \frac{F_f}{\sqrt{2}}$).

În continuare, studiul vibrațiilor se poate face pentru două situații de funcționare și anume pentru trasarea prin puncte și pentru trasarea continuă prin trepte.

Concluzii

Prin determinarea frecvențelor proprii pentru cele două moduri de trasare se pot trage concluzii privind situațiile periculoase (de rezonanță).

Punînd condițiile inițiale (deplasări și viteze nule) și rezolvînd sistemele se pot afla : răspunsul la diferite forme de variație a forțelor perturbatoare (deci și răspunsul tranzitoriu) ; frecvențele proprii ale ansamblului car ; amplitudinea frecvențelor proprii la excitații periodice.

Calculele se pot repeta pînă cînd se găsește o soluție optimă din punct de vedere al formei căruciorului, fie soluții de sprijin în care frecvențele proprii sînt suficient de mari (întrucît frecvențele coborîte, date în special de rulmenți, limitează timpul de poziționare al căruciorului).

BIBLIOGRAFIE

[1] *Grecu, E., Pirpiliu, M.* : Asupra vibrațiilor capului de scriere de la un ploter multicreion. În revista „Construcția de mașini", nr. 7/1986, p. 354—358.

[2] *Haselby, R.D. ș.a.* : Y-Axis Pen Handling System. In revista „Hewlett-Packard Journal", november 1981, p. 25—32.

[3] *Demian, T.* : Elemente constructive de mecanică fină, Editura didactică și pedagogică, București. 1980.

[4] *Harris, C.M., Crede, Ch. E.* : Șocuri și vibrații, vol. II. Editura Tehnică, București, 1968.

[5] *Demian, T. ș.a.* : Mecanisme de mecanică fină. Editura didactică și pedagogică București, 1982.

CZ : 621.865.8

Determinarea experimentală a parametrilor cinetostatici ai unei mîini mecanice cu mecanism cremalieră sector dințat

Prof. dr. doc. ing. Traian **DEMIAN**, as. ing. Horia **PANAITOPOL** — Institutul Politehnic București

Mecanismul utilizat în construcția unei mîini mecanice (MM) poate fi ales luînd în considerare criteriile cinematice, cinetostatice, tehnologice și de exploatare. Sînt utilizate mai des mecanismele care asigură o mișcare oscilantă a brațelor MM, fiind mai simple din punct de vedere constructiv. Mecanismele cu roți dințate asigură o variație mică a parametrilor cinetostatici, pe domeniul de lucru al MM.

Dacă MM folosește un mecanism cremalieră — sector dințat (fig. 1), forța de strîngere este dată de relația :

$$Q = F \cdot \frac{R_r}{2L} \cdot \frac{\cos\gamma}{1 + \frac{e}{L}\sin\gamma} \eta_c \eta_r \eta_a,$$

iar funcția de forță :

$$H = \frac{Q}{F} = \frac{R_r}{2L} \cdot \frac{\cos\gamma}{1 + \frac{e}{L}\sin\gamma} \eta_c \eta_r \eta_a = H_t \cdot \eta_c \eta_r \eta_a,$$

unde :

Q — este forța de strîngere;

F — forța teoretică dezvoltată de piston ;

R_r, L, e, γ — elemente geometrice ale mecanismului ;

H_t — funcția teoretică de forță;

η_c — randamentul cilindrului pneumatic;

η_r — randamentul angrenajului cremalieră — sector dințat;

η_a — randamentul datorat pierderilor prin frecare din articulații.

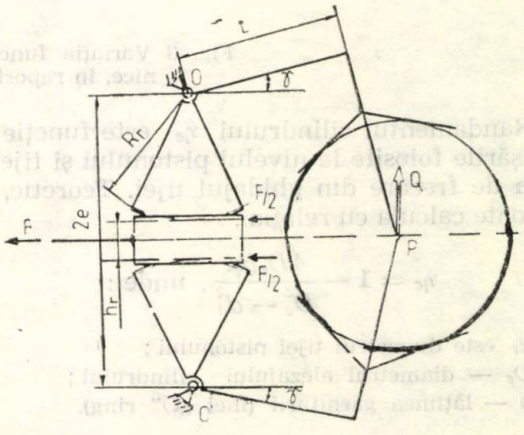


Fig. 1 Schemă cinematică a unei mîini mecanice cu mecanism cremalieră sector dințat.

La o aplicație concretă obșinuită, realizată pentru raportul $\frac{R_r}{L} = 0{,}35$, variația funcției de forță a MM, în raport cu unghiul de oscilație γ al brațului este reprezentată în figura 2,

iar variația funcției de forță în raport cu diametrul obiectului de lucru D este reprezentată în figura 3.

Calculul funcției de strîngere necesare Q impune aprecierea randamentelor η_c, η_r și η_a.

unde :

K_ξ este un coeficient care ține seama de deplasarea danturii roților dințate ; $\mu = 0{,}06 \ldots 0{,}1$ — coeficientul de frecare ; z_1, z_2 — numerele de dinți ai roților din angrenaj.

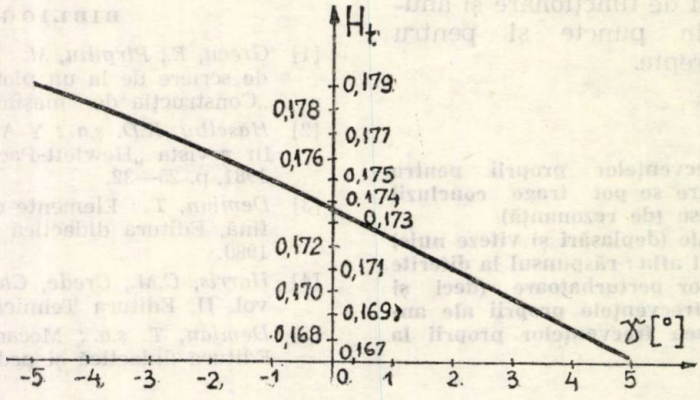


Fig. 2 Variația funcției de forță H_t, în raport cu unghiul de oscilație al brațului mîinii mecanice.

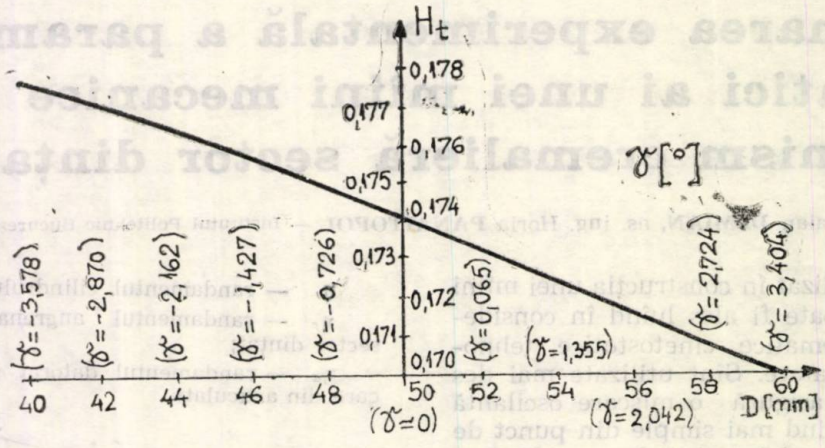


Fig. 3 Variația funcției de forță H_t a mîinii mecanice, în raport cu diametrul obiectului de lucru.

Randamentul cilindrului η_c este funcție de etanșările folosite la nivelul pistonului și tijei și forța de frecare din ghidajul tijei. Teoretic, η_c se poate calcula cu relația :

$$\eta_c = 1 - \frac{4D_e b\mu}{D_e^2 - d_t^2}, \text{ unde :}$$

d_t este diametrul tijei pistonului ;
D_e — diametrul alezajului cilindrului ;
b — lățimea garniturii (inel „O" ring).

El se poate aproxima între limitele 0,75—0,85; [1]. Pentru MM proiectată și realizată, din calcule rezultă $\eta_c = 0{,}76$ (forța la tijă $F \leqslant 100$ daN).

Randamentul angrenajului se poate calcula cu relația [2] :

$$\eta_r = 1 - 2{,}3\mu K_\xi \left(\frac{1}{z_1} \pm \frac{1}{z_2} \right)$$

Pentru MM realizată, rezultă $\eta_r = 0{,}99$.

La articulațiile cu rulmenți, η_a poate fi apreciat la valoarea $\eta_a = 0{,}97$ (0,98). Ca urmare, randamentul teoretic al MM va fi :

$$\eta_t = \eta_c \eta_r \eta_a = 0{,}76 \cdot 0{,}99 \cdot 0{,}97 = 0{,}73.$$

Determinarea experimentală a randamentului MM realizate necesită măsurarea forței dezvoltate de presiunea aerului comprimat, care lucrează pe pistonul cilindrului pneumatic și măsurarea forței de strîngere la bacul MM.

Pentru aprecierea randamentelor reale ale cilindrului și mecanismului cremalieră-sector, dințat, se măsoară și forța obținută la tija cilindrului pnematic, forță care acționează asupra cremalierei.

În figura 4 se reprezintă schematic MM supusă studiului experimental și locul de amplasare a captorilor de forță, pentru măsurarea forțelor menționate.

Captorul de forță intercalat între tija pistonului și cremalieră este realizat din elementul elastic **5** (fig. 4), pe care sînt lipite patru mărci

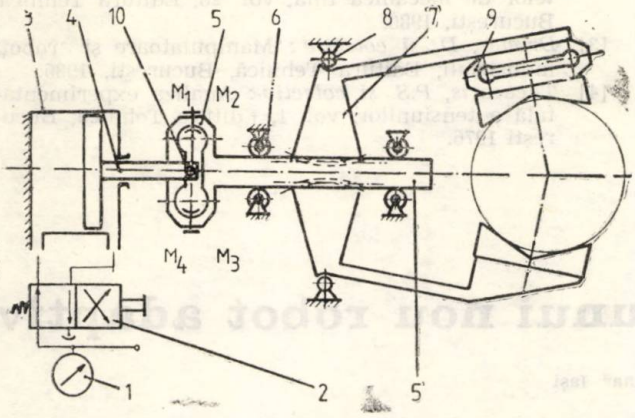


Fig. 4 Schemă privind modul de amplasare al captorilor de forță pentru mîna mecanică supusă studiului experimental.

tensometrice legate în puncte ca în figura 5. Ghidarea cremalierei **5'** se face pe rulmenții **6**. Între cremalieră și tija pistonului se prevede o

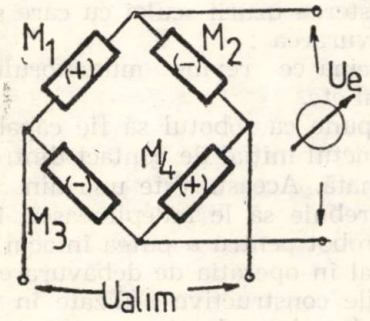


Fig. 5 Modul de legare al mărcilor tensometrice pentru captorul de forță dispus între cilindrul pneumatic și cremalieră.

articulație care evită încărcarea suplimentară prin frecare a tijei și pistonului.

Captorul de forță, montat între braț și bacul prismatic, care vin în contact cu obiectul de lucru, dispune de opt mărci tensometrice, montate în puncte, ca în figura 6.

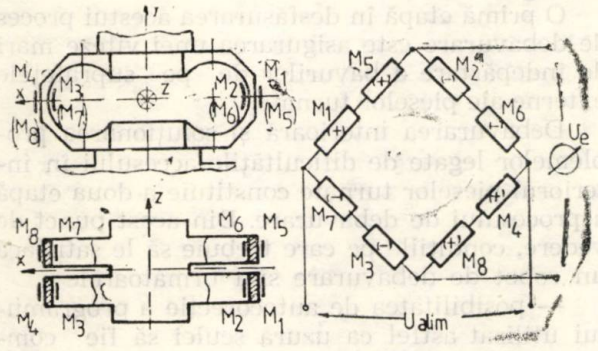


Fig. 6 Modul de legare, în punte, al mărcilor tensometrice, pentru captorul forței de strîngere.

Numărul mărcilor tensometrice și modul lor de legare permite eliminarea la măsurările efectuate, a unor perturbații provocate de momente M_x și M_z, datorate unor imperfecțiuni constructive.

Cu ajutorul manometrului **1**, se poate aprecia forța dezvoltată de presiunea aerului comprimat, care acționează asupra pistonului.

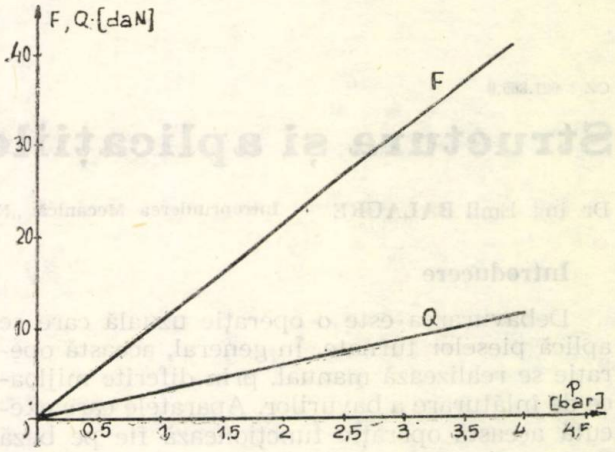


Fig. 7 Caracteristicile $F = F\ (p)$; $Q = Q\ (p)$ ale mîinii mecanice supusă studiului experimental, pentru diametrul nominal.

Măsurările efectuate au permis ridicarea următoarelor caracteristici : $F = F\ (p)$ și $Q = Q\ (p)$ (fig. 7), unde F este forța dezvoltată la nivelul tijei clindrului, Q — forța de strîngere a MM și p — presiunea de alimentare a cilindrului de

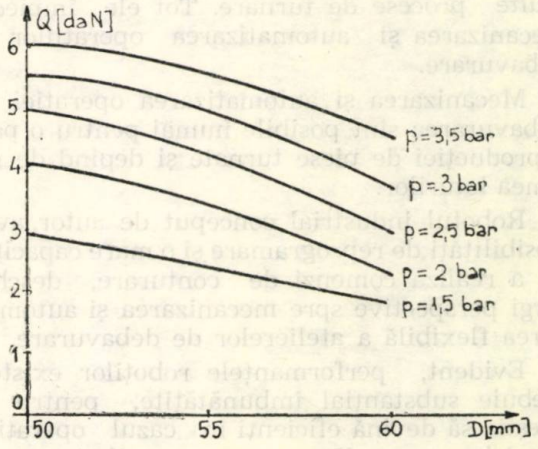


Fig. 8 Caracteristica $Q = Q\ (D)$ a mîinii mecanice supusă studiului experimental.

acționare al MM și $Q = Q\ (D)$, cu parametrul p, unde D este diametrul obiectului de lucru (fig. 8).

Prelucrarea datelor experimentale a permis evaluarea randamentului cilindrului pneumatic

$\eta_{c\,med} = 0{,}75$ (η_c scade cu creşterea presiunii de lucru) şi a randamentului mecanismului MM: $\eta_m = \eta_r \cdot \eta_a = 0{,}92$. Randamentul global, real, rezultă $\eta_{t\,real} = 0{,}69$.

În funcţie de cazurile uzuale de prindere [3], cu datele obţinute, se pot face aprecieri privind forţa de strîngere necesară, pe care trebuie să o asigure MM.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Cosoroabă, V., Georgescu, Gh.* : Acţionări pneumatice, Editura Tehnică, Bucureşti, 1971.

[2] *Demian, T. şi colectiv* : Bazele proiectării aparatelor de mecanică fină, vol. 28, Editura Tehnică, Bucureşti, 1986.

[3] *Drimer, D. şi colectiv* : Manipulatoare şi roboţi industriali, Editura Tehnică, Bucureşti, 1985.

[4] *Theacaris, P.S. şi colectiv* : Analiza experimentală a tensiunilor, vol. 1, Editura Tehnică, Bucureşti 1976.

CZ : 621.865.8

Structura şi aplicaţiile unui nou robot adaptiv

Dr. ing. Emil **BALAURE** — Întreprinderea Mecanică „Nicolina" Iaşi

Introducere

Debavurarea este o operaţie uzuală care se aplică pieselor turnate. În general, această operaţie se realizează manual, prin diferite mijloace de înlăturare a bavurilor. Aparatele care execută această operaţie funcţionează fie pe bază de aer sub presiune, fie cu ajutorul unor dispozitive de rectificat staţionare sau portabile.

Debavurarea manuală este o operaţie grea, care se desfăşoară în condiţii dificile de lucru. Îmbunătăţirea condiţiilor de muncă în atelierele de debavurare presupune reducerea muncii manuale.

Varietatea pieselor turnate (atît în ceea ce priveşte mărimea cît şi modelul), mărimea redusă a loturilor şi toleranţele mari ale turnării constituie principalele probleme ale celor mai multe procese de turnare. Tot ele împiedică mecanizarea şi automatizarea operaţiilor de debavurare.

Mecanizarea şi automatizarea operaţiei de debavurarea sînt posibile numai pentru o parte a producţiei de piese turnate şi depind de mărimea loturilor.

Robotul industrial conceput de autor, avînd posibilităţi de reprogramare şi o mare capacitate de a realiza comenzi de conturare, deschide largi perspective spre mecanizarea şi automatizarea flexibilă a atelierelor de debavurare.

Evident, performanţele roboţilor existenţi trebuie substanţial îmbunătăţite, pentru ca aceştia să devină eficienţi în cazul operaţiilor de debavurare. De asemenea, optimizarea acţionărilor robotului este foarte utilă şi importantă, mai ales cînd timpul de debavurare este prea mare faţă de timpii de transport şi fixare a pieselor ce urmează a fi prelucrate. În plus, cînd mărimea pieselor turnate creşte debavurarea manuală (sau chiar mecanizată) devine o operaţie dificilă, din următoarele motive :

— există diferenţe între piesele turnate din cadrul unui lot şi aceste diferenţe sînt cu atît mai evidente, cu cît piesele sînt mai mari ;

— volumul materialului ce trebuie înlăturat prin debavurare este mare ;

— apariţia bavurilor de formă şi poziţie nedefinită şi de lungime mare ;

— creşterea uzurii sculei cu care se efectuează debavurarea ;

— sarcina ce revine muncitorului creşte substanţial etc.

Se impune ca robotul să fie capabil să găsească punctul iniţial de contact dintre sculă şi piesa turnată. Aceasta este una din condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească, în primul rînd, un robot pentru a putea înlocui muncitorul manual în operaţia de debavurare.

Soluţiile constructive utilizate în cazul noului tip de robot adaptiv conceput de autor înlătură toate aceste obstacole, îndeplinind toate condiţiile impuse de executarea eficientă a operaţiei de debavurare.

Bineînţeles, acest tip de robot poate fi utilizat cu succes şi în multe alte procese industriale.

În lucrarea de faţă se prezintă un robot adaptiv utilizat pentru debavurarea eficientă şi precisă a unor piese turnate de aproximativ 200 kg.

O primă etapă în desfăşurarea acestui proces de debavurare este asigurarea unei viteze mari de îndepărtare a bavurilor de pe suprafeţele externe ale pieselor turnate.

Debavurarea interioară şi soluţionarea problemelor legate de dificultăţile accesului în interiorul pieselor turnate constituie a doua etapă a procesului de debavurare. Din acest punct de vedere, condiţiile pe care trebuie să le satisfacă un robot de debavurare sînt următoarele :

— posibilitatea de autocorecţie a programului utilizat astfel ca uzura sculei să fie compensată de toleranţele de prelucrare ale pieselor turnate ;

— posibilitatea de a atinge nivelul de funcționare și flexibilitatea necesară ;

— capacitatea de a lucra cu scula cea mai eficientă ;

— abilitatea în a răspunde corespunzător la modificările de sarcină etc.

Robotul adaptiv conceput de autor satisface toate aceste necesități. Programul de conducere a acestui robot permite reglarea acționărilor sale, în vederea atingerii poziției și vitezei programate. Conducerea robotului impune utilizarea de senzori cu trei nivele. Semnalele de la senzori influențează poziția și mișcările robotului. Programul definește modul în care trebuie

Robotul, echipat cu cap de rectificare, reprezintă o componentă principală, a instalațiilor robotizate și a sculelor cu automatizare flexibilă destinate proceselor de debavurare

Capul de rectificare (fig. 1), special proiectat pentru acest robot, este constituit dintr-un motor hidraulic, axul cu cuplaj flexibil, discul de rectificat și carcasa.

Puterea maximă de acționare este 30 kW, cînd alimentarea cu ulei se face cu un debit $Q_v = 0{,}2$ m^3/min. și presiunea este $P = 16 \cdot 10^6$ N/m^2. La alegerea motorului, s-a ținut, cont de supraputerea necesară testării automate. Motorul primește ulei, prin sistemul de ali-

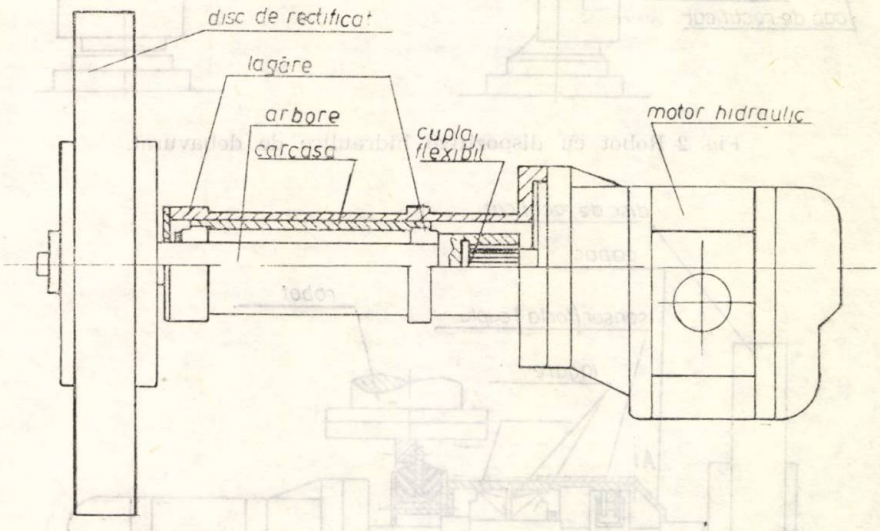


Fig. 1 Cap de rectificat pentru instalația de debavurare a robotului (1 : 2,5).

să acționeze această influență. Maximum opt senzori de adaptivitate pot fi conectați la robotul prezentat în această lucrare. Există patru posiblități de obținere a adaptivității : poziționarea aproximativă, temporizarea poziționării aproximative, poziționarea fină și poziționarea liberă. Robotul conceput de autor are capacitatea de a funcționa pe baza combinării acestor posibilități.

Efectuarea comenzilor de conturare face posibilă urmărirea unui contur necunoscut, curent definit prin informații continui provenite de la senzor în timpul funcționării robotului.

Corecția automată a pozițiilor programate greșit se obține prin corecția funcționării.

Reglarea vitezei se realizează în funcție de semnalele provenite de la senzori. De asemenea, este posibilă o reglare automată a vitezei, în funcție de modificarea sarcinii sculei, cînd aceasta urmează un contur definit cu precizie.

Robotul adaptiv prezentat permite minimizarea timpului total de debavurare, în funcție de volumul materialului înlăturat și de forma bavurilor.

mentare, în fiecare poziție a capului de rectificare. Partea mobilă a acestui sistem, montată pe robot (fig. 2), este constituită din țevi rigide din oțel și cîteva articulații. Cea mai importantă articulație este plasată pe platforma de montare a robotului. Această soluție asigură presiunea necesară funcționării și oferă posibilitatea opririi ciclului de rotație a platformei de montare. Transmisia mișcării de la motorul hidraulic la articulația inferioară se realizează printr-un sistem flexibil de țevi. Modul de realizare a sistemului de alimentare a motorului hidraulic are avantajul că nu împiedică realizarea funcțiilor de manipulare ale robotului.

Informația referitoare la forța sarcină care acționează asupra sculei de rectificare este foarte importantă în cazul operației de debavurare. Debavurarea adaptivă depinde în mod esențial de acestă informație.

Sarcina pe axul capului de rectificare este dată de forța rezultantă, iar cuplul este determinat de forțele tangențiale la discul de rectificare.

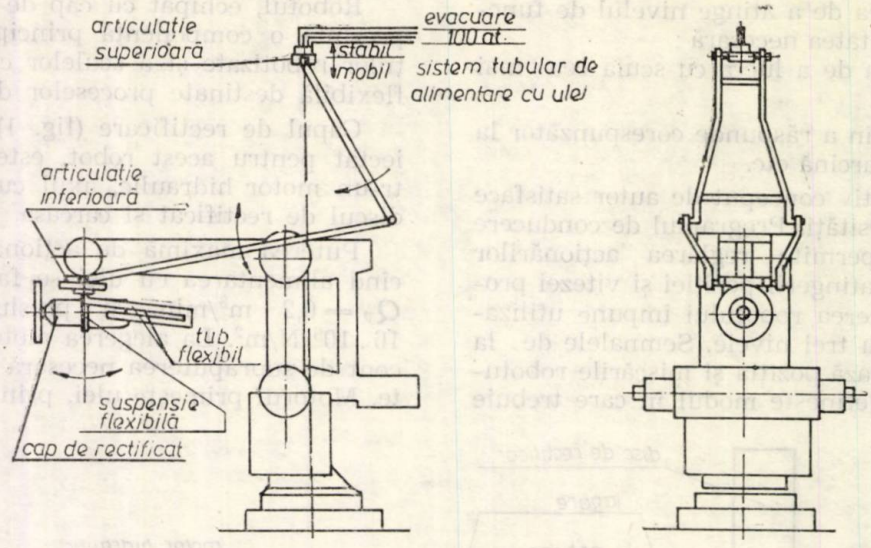


Fig. 2 Robot cu dispozitive hidraulice de debavurat.

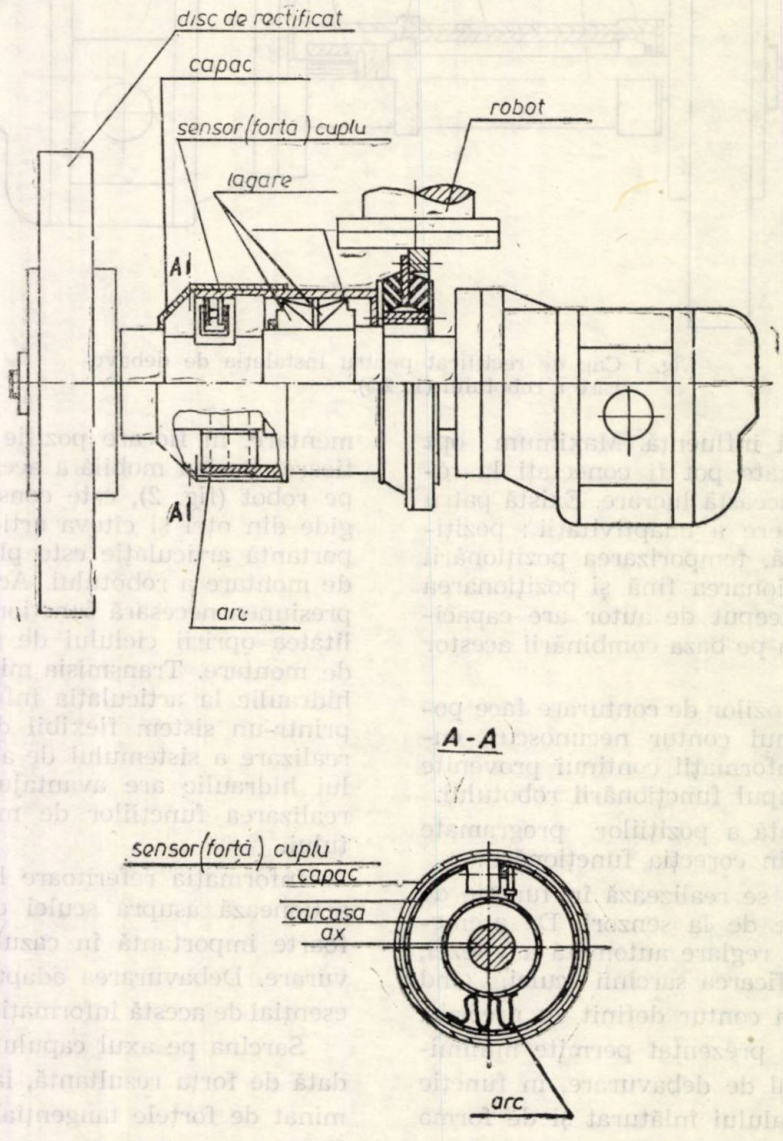


Fig. 3 Cap de rectificare pentru măsurarea cuplului.

Măsurarea cuplului este ușor de realizat. Se poate utiliza o metodă prin care rezultatul obținut este independent de punctul de aplicare a forței. Pentru programare este foarte util faptul că această metodă este independentă de poziția sculei de rectificare.

Dificultățile apar în ceea ce privește realizarea funcțiilor adaptive, în cazul conturării și debavurării în interiorul colțurilor.

Determinarea forței-sarcină rezultante pe ax, prin măsurarea celor trei componente ale acestei forțe, este mai dificil de realizat, dar această metodă reprezintă, o sursă de semnal, pentru acționarea robotului, mult mai bună decît prima metodă.

În vederea implementării metodelor indicate, au fost proiectați trei senzori diferiți. Același cap de rectificare poate fi utilizat la funcționarea robotului cu fiecare din cei trei senzori.

În timpul desfășurării operației de debavurare, capul de rectificare se rotește în cadrul suportului. Inelul de întoarcere și un senzor de forță limitează rotația.

Pentru stabilizarea forței tangențiale, este necesar să scadă cuplul, sau să se utilizeze o roată de rectificare de formă specială. Forța tangențială constantă este necesară pentru menținerea parametrilor de rectificare la valori staționare.

Deoarece presiunea alimentării cu ulei depinde de cuplul pe ax al capului de rectificare, măsurarea presiunii uleiului este foarte necesară și ea se realizează cu ajutorul senzorului de pesiune. Senzorul de presiune este cel mai simplu dintre toți senzorii proiectați. El este montat pe partea stabilă a sistemului de alimentare cu ulei. Timpul de propagare a semnalului este mic.

Senzorii de cuplu și presiune pot fi testați numai cînd se efectuează operația de debavurare, deoarece cuplul apare numai pentru o sculă de rectificare care lucrează. Senzorul de presiune poate fi testat în paralel și prin alte metode.

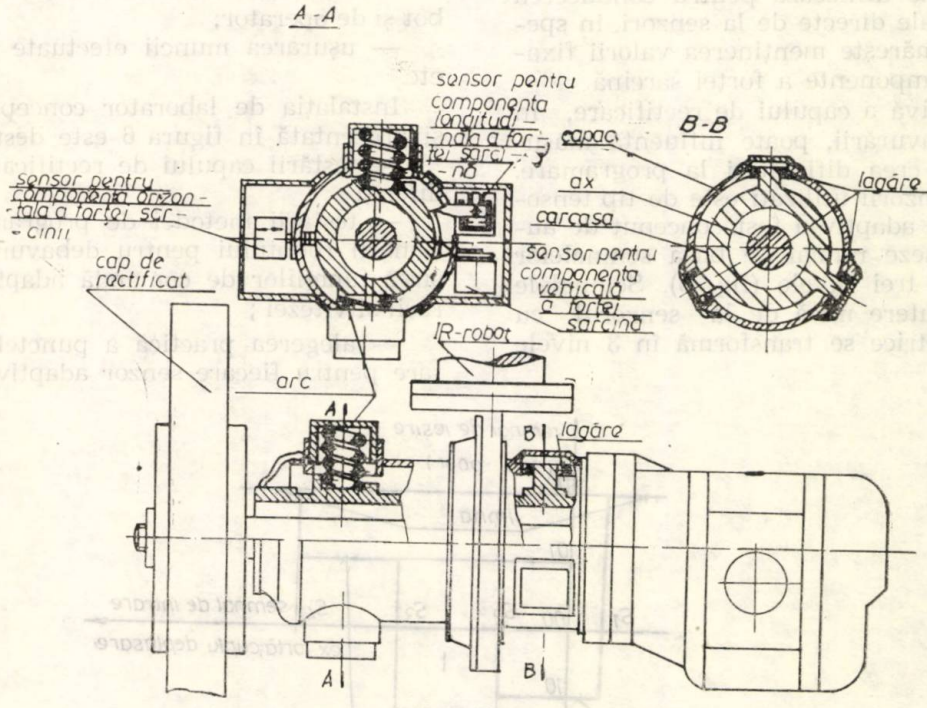


Fig. 4 Cap de rectificare pentru măsurarea celor 3 componente ale forței-sarcină.

Al treilea senzor proiectat (fig. 4) este capabil să măsoare componentele forței sarcină pe ax.

Există trei grade de libertate pentru capul de rectificare, în cadrul suportului. Două inele puternice sînt montate excentric între carcasă și suport (fig. 4, secțiunea A—A). Ele reduc mișcările libere în cadrul ovalurilor suportului. De asemenea, ele permit glisări și împiedică rotațiile nedorite ale capului de rectificare. Deoarece capul de rectificare este suspendat în cadrul acestor inele, cea de a treia funcție importantă a sa este să limiteze libertatea de mișcare și totodată să creeze forța de reacție față de sarcina ce acționează asupra sculei.

Sistemul format din cei trei senzori de forță este capabil de măsurări simultane ale celor trei componente perpendiculare ale forței-sarcină. Acest tip de senzor este cel mai indicat pentru determinarea forței sarcină rezultante. Fiind cel mai complex senzor, este mai greu de

întreținut. În cazul că semnalele de la acest senzor sînt deformate, factorii perturbatori sînt :

— forța de gravitație (influența depinde de poziția capului de rectificat) ;

— șocurile și vibrațiile capului de rectificare ;

— rigiditatea țevilor flexibile de alimentare hidraulică.

Deoarece valoarea fiecărei componente a forței depinde de poziția capului de rectificare în timpul funcționării, rezultă unele limitări, mai ales cînd se utilizează pentru conducerea robotului semnale directe de la senzori, în special cînd se urmărește menținerea valorii fixate a fiecărei componente a forței sarcină.

Poziția relativă a capului de rectificare, în timpul de debavurării, poate influența măsurarea și poate crea dificultăți la programare.

Unul din senzorii utilizați este de tip tensometric. Robotul adaptiv a fost conceput de autor să funcționeze numai pe baza semnalelor senzorului cu trei nivele (fig. 5). Semnalele analogice de putere mică de la senzorul cu mărci tensometrice se transformă în 3 nivele de semnal.

d — dispozitive de debavurare manuală și stand de control ;

e — sursă de alimentare și sistemul de conducte asociat ;

f — carcasa de siguranță a robotului în spațiul de lucru și sistemul de ventilație corespunzător.

Performanțele instalației robotizate de debavurare pot fi îmbunătățite prin :

— reducerea timpului de debavurare a suprafețelor externe ;

— simultaneitatea lucrului efectuat de robot și de operator;

— ușurarea muncii efectuate de operator etc.

Instalația de laborator concepută de autor și prezentată în figura 6 este destinată :

— testării capului de rectificare cu senzori diferiți ;

— testării metodei de programare a funcționării robotului pentru debavurare, cu folosirea funcțiilor de comandă adaptivă a conturării și vitezei ;

— alegerea practică a punctelor de comutare pentru fiecare senzor adaptiv cu 3 nivele.

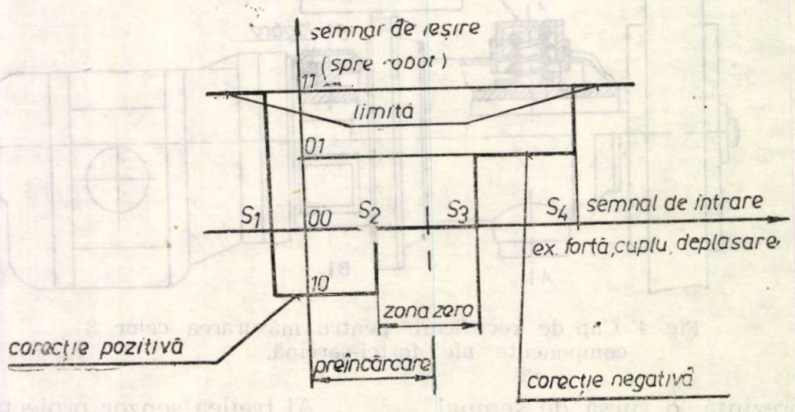


Fig. 5 Semnal cu 3 nivele pentru robotul adaptiv.

Sistemul senzorial complet constă din :

— puntea tensometrică cu partea mecanică asociată, ambele montate pe capul de rectificare sau în carcasa senzorului de presiune ;

— amplificatorul electronic cu ieșire cu 3 nivele conform cu necesităților robotului adaptiv. Acest amplificator electronic este montat pe un panou plasat în camera de comandă a robotului.

Celula cu automatizare flexibilă concepută de autor și destinată operației de debavurare constă din următoarele unități componente :

a — robotul adaptiv, echipat cu cap de rectificare ;

b — dispozitive de lucru pentru turnare ;

c — depozite pentru piesele ce urmează a fi debavurate și depozite pentru piesele cărora li s-au înlăturat bavurile ;

Această instalație de laborator o putem considera un model simplificat al unor instalații industriale eficiente și posibil de realizat. Ea este constituită, în principal, din robotul cu cap de rectificare, unitatea de alimentare cu ulei și simple dispozitive de turnare.

Deoarece discul de rectificare se uzează și dimensiunile piesei turnate se modifică în cadrul limitelor permise, poziționarea adaptivă și căutarea poziției optime, ca și corecția automată sînt utilizate pentru definirea cu precizie a traiectoriei particulare a brațului mobil al robotului, în timpul operației de debavurare. Reglarea vitezei va asigura continuitatea mișcării pe conturul definit. Bavurile prea mari fac uneori imposibilă întoarcerea sculei de rectificare. În cazul cînd sînt necesare mai multe

întoarceri, numai debavurarea corespunzătoare ultimei rectificări se efectuează cu reglarea vitezei.

— testarea valorilor forțelor disponibile pentru manipularea de către robot a capului de rectificare ;

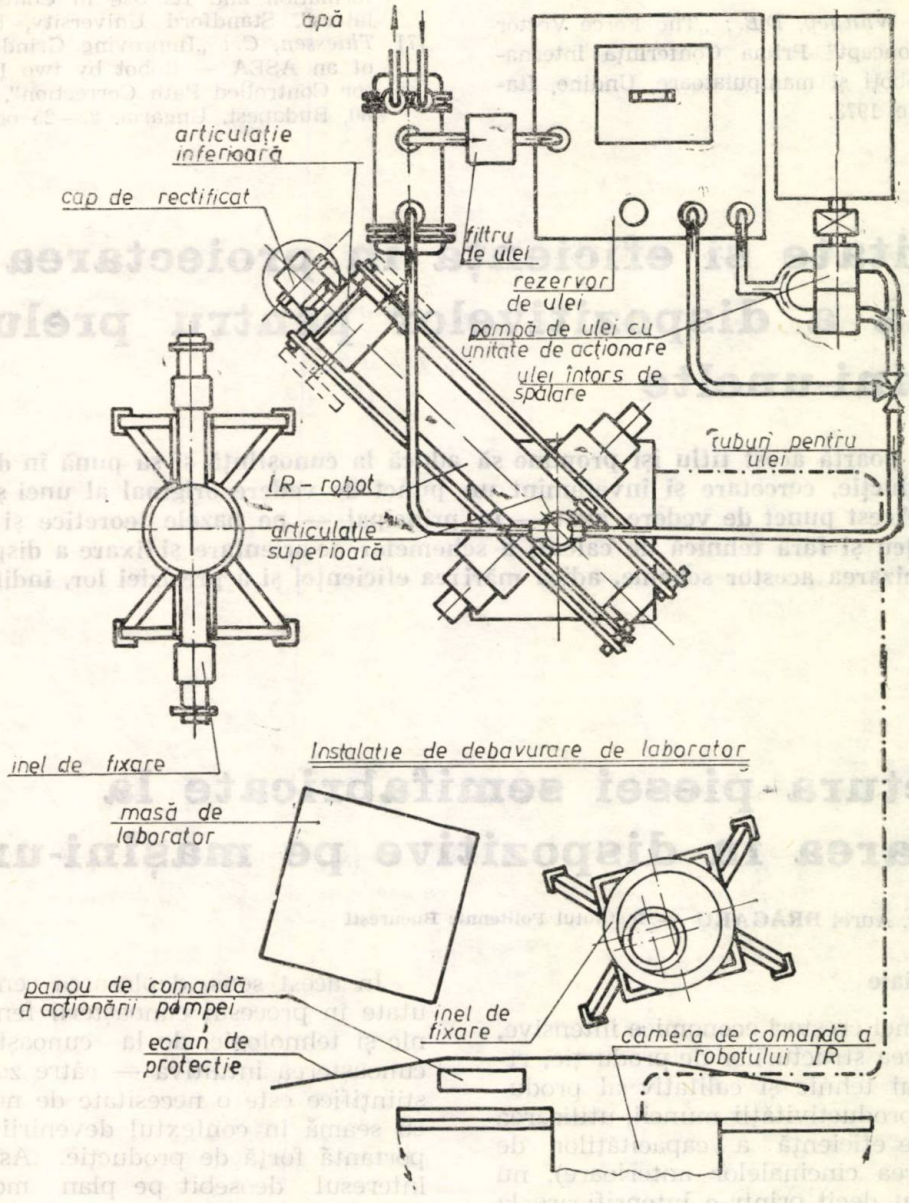


Fig. 6 Instalație de debavurare de laborator.

O altă metodă de debavurare se bazează mai mult pe funcția de conturare și pe faptul că pentru înlăturarea celor mai multe bavuri este necesar un disc de rectificare mai mult ascuțit decît gros.

Programul de testare a celulei cu automatizare flexibilă dotată cu noul robot adaptiv include :

— testarea presiunii pentru întregul sistem hidraulic ;

— testarea gradului de funcționare reală a robotului și instalației hidraulice ;

— testarea funcționării senzorilor ;

— testarea suspensiei capului de rectificare pe robot, în scopul verificării capacității de amortizare a vibrațiilor de rectificare și protejării robotului ;

— testarea debavurării adaptive pe mostre și pe piese turnate reale.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Skoog, H., Coleen, H.* : „Grinding of casting with industrial robots" SME Tech, Papers, 1978.

[2] *Rooks, B.W.* : „The fettling of castings — A job for industrial robots ? University of Birmingham, U.K.

[3] *Balaure, E.:* „Contribuții la realizarea unui sistem de comandă și reglare numerică pentru roboți industriali" Teză de doctorat, Institutul Politehnic Iași, 1984.

[4] *Newins, J.L., Whitney, D.E.:* „The Force Vector Assembler Concept" Prima Conferință internațională de roboți și manipulatoare, Undine, Italia, septembrie, 1973.

[5] *Schmieder, L.:* „Computer Controlled Manipulators with Tactile Sensors' MANUFACONT '80, Budapesta, Ungaria 22—25 octombrie 1980.

[6] *Shimano, B., Roth, B.:* „On Force Sensing Information and Its Use in Controlling Manipulators", Standford University, USA, 1976.

[7] *Thiessen, C.:* „Improving Grinding Performance of an ASEA — Robot by two Dimensional Sensor Controlled Path Correction", MANUFACONT '80, Budapest, Ungaria, 22—25 octombrie 1980.

Creativitate și eficiență în proiectarea modernă a dispozitivelor pentru prelucrarea pe mașini-unelte

Ciclul care poartă acest titlu își propune să aducă la cunoștință și să pună în discuția specialiștilor din producție, cercetare și învățămînt un punct de vedere original al unei școli românești de dispozitive. Acest punct de vedere, axat — în principal — pe bazele teoretice și metodologice ale proiectării (cu și fără tehnică de calcul) a schemelor de orientare și fixare a dispozitivelor, are în vedere optimizarea acestor scheme, adică mărirea eficienței și a preciziei lor, indiferent de tipul de producție.

CZ : 621.753 : 681

Arhitectura piesei semifabricate la prelucrarea în dispozitive pe mașini-unelte

Conf. univ. dr. ing. Aurel **BRĂGARU** — Institutul Politehnic București

Comenzi sociale

Realizarea unei creșteri economice intensive, prin modernizarea structurilor de producție, ridicarea nivelului tehnic și calitativ al produselor, sporirea productivității muncii, utilizarea cu maximum de eficiență a capacităților de producție (zestrea cincinalelor anterioare), nu este de conceput decît printr-o intensificare la maximum a cercetării științifice și a dezvoltării tehnologice, accentuînd valorificarea superioară a potențialului creativ național și dezvoltarea creativității prin tehnici și metode cunoscute și cu atît mai de dorit, originale.

Îndeplinirea sarcinii de mare răspundere pusă în fața învățămîntului, cercetării și producției de către Congresul al XIII-lea al P.C.R. și Congresul Științei și Învățămîntului, de a realiza în anul 1990 produse la nivel mondial în proporție de 95% și peste nivelul mondial în proporție de 2 — 5%, își are suportul teoretic și practic în modul de a gîndi și acționa revoluționar, în primul rînd în procesul de formare a cadrelor la toate nivelurile de competență [1].

În acest sens, deplasarea centrului de greutate în procesul cunoașterii fenomenului tehnic și tehnologic, de la cunoașterea empirică, cunoașterea intuitivă — către zona cunoașterii științifice este o necesitate de necontestat, mai cu seamă în contextul devenirii științei o importantă forță de producție. Astfel se explică interesul deosebit pe plan mondial pentru metodă ca strategie de descoperire a noului.

Chiar și numai la nivel de experiment filozofic sau raționament experimental [2], merită încercările de descoperire a metametodelor. Conceptul românesc „SUCCES" (Sistem de Utilizare Colectivă a Concentratului de Experiență Științifică) [3] reprezintă o asemenea încercare vizînd baza teoretică de generare a metodologiilor de gîndire inventivă și acțiune creativă așa numitul proces GIAC [4, 5].

SEFA — DISROM — Sistem și metodă

Locul, rolul și importanța dispozitivelor de prelucrare, control și asamblare care echipează procesele tehnologice de fabricație a produselor din construcția de mașini sînt cunoscute.

Importantă ni se pare a fi sublinierea că SEFA — DISROM [6, 7] reprezintă o confirmare a metametodei S.U.C.C.E.S. și, în același timp, o integrare la nivel sistematic a problematicii dispozitivelor (fig. 1). Figura 1 pune în evidență elementele de structură ale sistemului figura 2 se constată că proiectarea dispozitivelor, locul în care inventivitatea și creativitatea trebuie să se manifeste din plin cu tendință către generalitate, comportă în sensul pedagogiei GIAC două abordări : teoria și practica proiectării schemelor de orientare și fixare op-

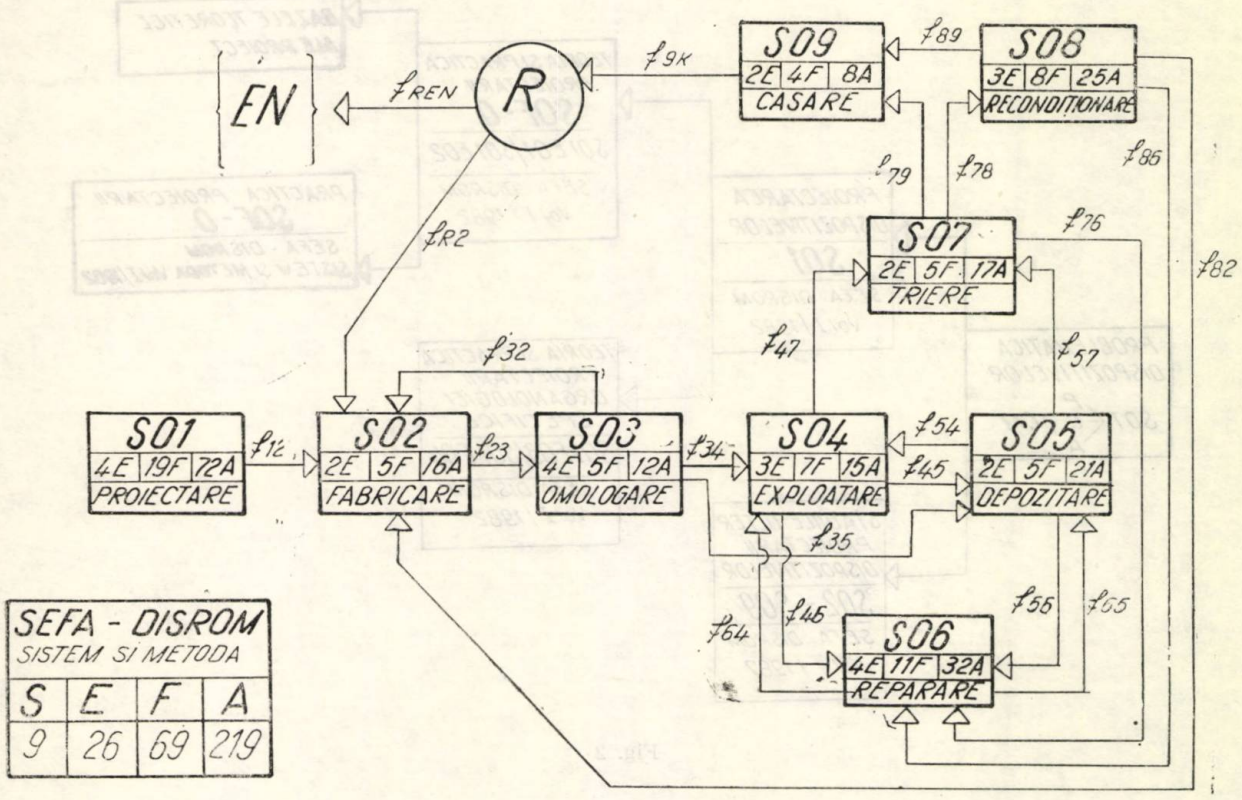


Fig. 1

SEFA (Stadiile, Etapele, Fazele și Activitățile), cît și fluxurile de materiale, energie și informație între elementele de structură la nivel de studiu.

Este important de subliniat că, într-o premieră națională și mondială, în nouă stadii, 26 etape, 69 faze și 219 activități a fost cuprinsă problematica complexă a dispozitivelor de la proiectare la casare.

Sistematizarea problematicii dispozitivelor în procesul de însușire a gîndirii inventive și acțiunii creative, elementul central al pedagogiei de tip GIAC [5], este prezentată în figura 2. Se constată din această figură, în sensul celor expuse mai sus, că problematica dispozitivelor din sistemele operaționale tehnologice (SOT), de prelucrare (P), control (C), sau asamblare (A) din construcția de mașini (CM) este structurată în două grupaje de stadii : un prim grupaj (o mulțime S_i cu $i \in 1$) cuprinde stadiul de proiectare SO1 (fig. 1), iar cel de al doilea grupaj (o mulțime de stadii S_i cu $i \in 2 \div 9$) cuprinde stadiile ulterioare stadiului de proiectare., adică SO2÷SO9 (fig. 2). Urmărind time (SOF—O), urmată legic și logic de teoria și practica proiectării organologiei specifice.

Ambele abordări evidențiază, sub aspect filozofic, unitatea dialectică între ideatic și praxiologic. Ideaticul este reprezentat în sensul gîndirii inventive de „bazele teoretice ale proiectării schemelor de orientare și fixare optime", iar praxiologicul în sensul acțiunii creative prin „practica proiectării SOF—O". Este demn de remarcat că și în abordarea organologiei dispozitivelor se poate vorbi de bazele teoretice ale proiectării acestei organologii (domeniu care se pretează la o sistematizare și tratare problematizată), cît și de practica proiectării organologice (domeniu în care tehnica de calcul în special cu terminale grafice are un teren vast de aplicație). Figura 2 mai evidențiază modul în care cele două lucrări de specialitate SEFA — DISROM [6, 7] încearcă să acopere problematica prezentată. O abordare cu elemente de inedit este supusă atenției studenților (viitorii specialiști) și specialiștilor din învățămînt, cercetare și producție cu preocupări în domeniul dispozitivelor, în cadrul ciclu-

lui „Creativitate și eficiență în proiectarea modernă a dispozitivelor pentru prelucrări pe mașini unelte". Abordarea vizează, în special, bazele teoretice ale proiectării schemelor de orientare optime.

În figura 4 este redată, pentru o piesă test, schema de orientare care stă la baza proiectării dispozitivului prezentat sub formă de schiță în figura 5. În conformitate cu figura 3, schema de orientare din figura 4 evidențiază schița

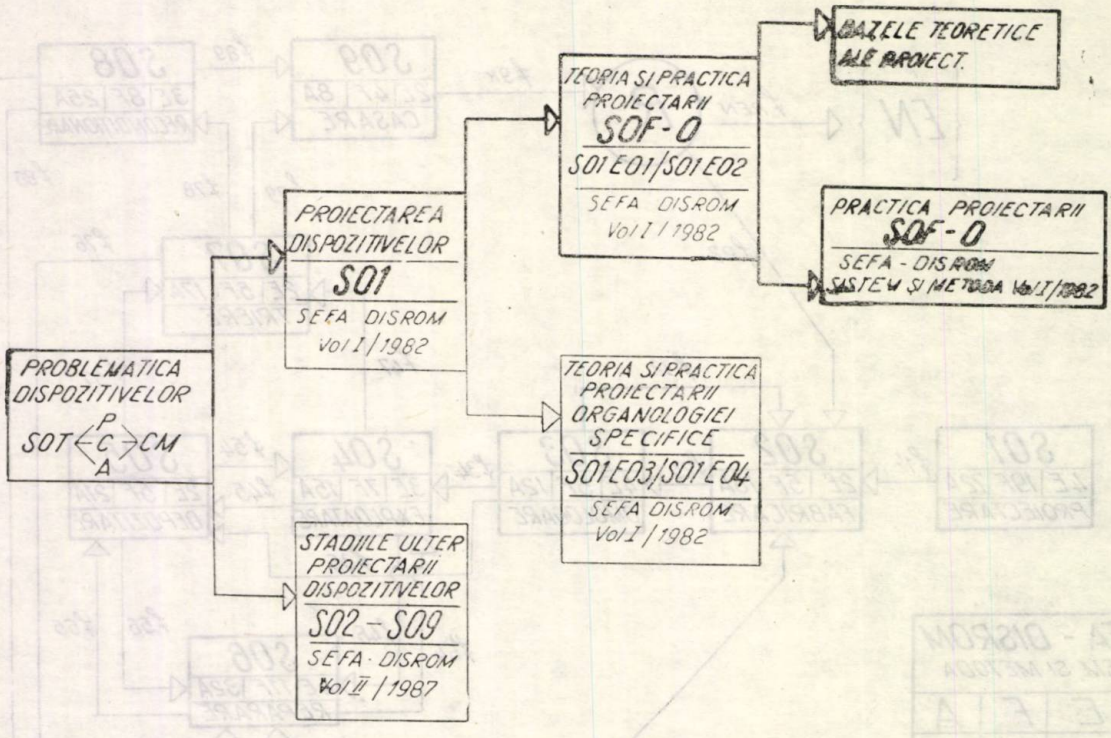


Fig. 2

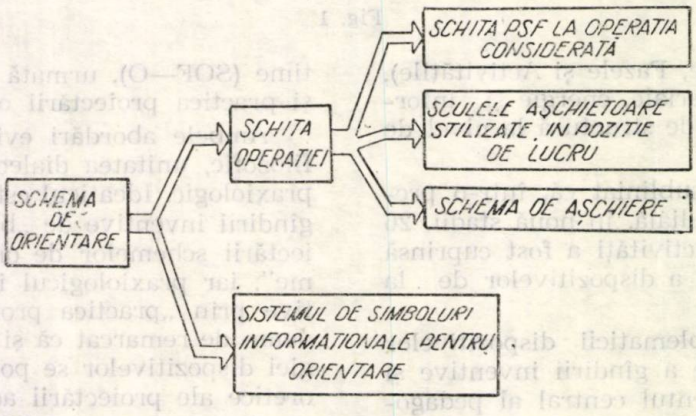


Fig. 3

Definirea schemei de orientare

Orice schemă de orientare (SO) trebuie să se constituie ca un sistem alcătuit din două subsisteme (fig. 3), fiecare dintre acestea pretîndu-se la o tratare sistemică pe diferite trepte de ierarhizare.

Toate informațiile reclamate de elaborarea schemei de orientare sînt cuprinse în sens metodologic în lucrarea [6].

piesei la operația considerată (operația de executare a două găuri $\varnothing d_{14}$, $\varnothing d_{13}$), schiță care pune în evidență forma și dimensiunile piesei semifabricate la operația considerată, suprafețele care au fost generate anterior (numerotate și precizate ca rugozitate și precizie dimensională), suprafețele care se generează în operația considerată (marcate S_{13}, S_{14}). Sculele așchietoare (SA) sînt reprezentate în schița operației sub formă stilizată (săgeata SA), iar

schema de așchiere prin precizarea faptului că PSF se află în repaus relativ, față de masa mașinii-unelte de găurit, iar scula așchietoare se rotește (*n*—rot/min), și are o viteză de avans (*v*—mm/min). Sistemul de simboluri informaționale pentru orientare este alcătuit din simbolul **1** plasat pe suprafața S_1 (așezare cu legarea a trei grade de libertate, cele trei puncte), simbolul 2, plasat pe suprafața cilindrică interioară scurtă S_{12} (centrare cu legarea a două grade de libertate) și simbolul **3** plasat pe suprafața S_7 (sprijinire, rezemare cu legarea unui grad de libertate). Elementele organologice corespunzătoare acestor simboluri sînt prezentate în construcția dispozitivului prezentat sub formă de schiță în figura 5.

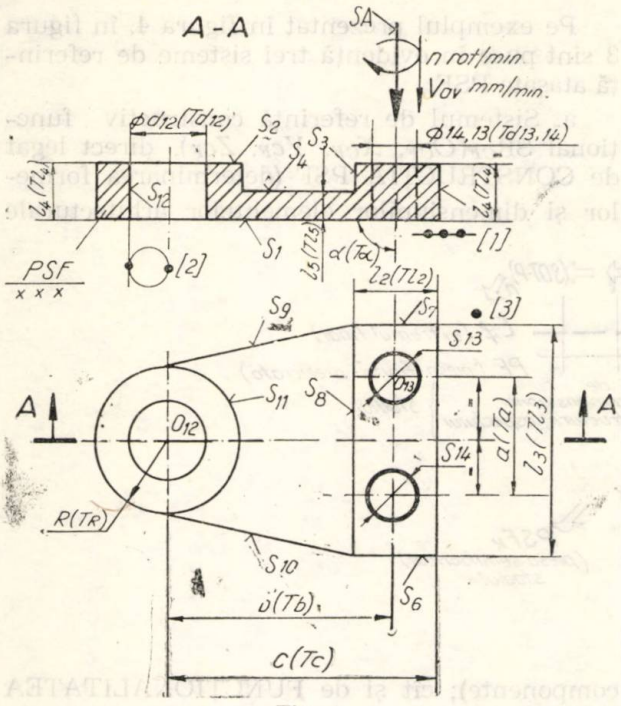
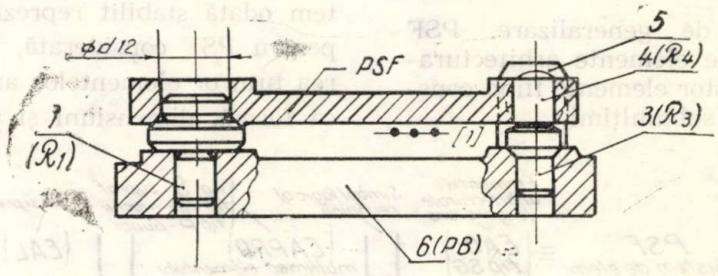


Fig. 4

Modelarea procesului de transformare a unei piese brute în piesă finită

În figura 6 este pus în evidență un model iconic stilizat care permite „vizualizarea" elementelor caracteristice ale procesului de transformare menționat. Procesul are două extreme: cel inițial (E_i) corespunzător stadiului de piesă brută, neprelucrată — SEMIFABRICATUL — în sensul vorbirii curente și extremul final



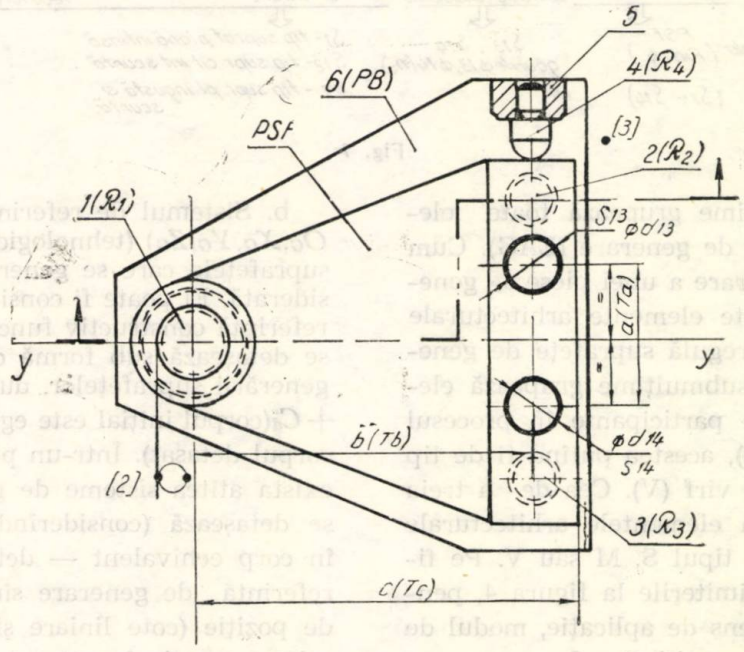


Fig. 5

(E_f), corespunzător piesei finite, prelucrate (la gata). Între aceste două extreme sînt cuprinse cele n stadii ale procesului de transformare: formă, dimensiuni, precizie, rugozitate, structură, aspect etc., transformări care se realizează în cadrul unor SISTEME OPERAȚIONALE TEHNOLOGICE DE PRELUCRARE (SOT—P) (1÷n). În cadrul unui anumit (SOT—P)$_k$ intrarea este reprezentată prin PIESA SEMIFABRICATĂ PSF$_{k-1}$, iar ieșirea prin PSF$_k$.

Sistemul de referință pentru PSF ce se prelucrează în dispozitiv

Pe exemplul prezentat în figura 4, în figura 8 sînt puse în evidență trei sisteme de referință atașate PSF.

a. Sistemul de referință constructiv funcțional SR$_{CF}$(O_{CF}, X_{CF}, Y_{CF}, Z_{CF}), direct legat de CONSTRUCȚIA PSF (determinarea formelor și dimensiunilor elementelor arhitecturale

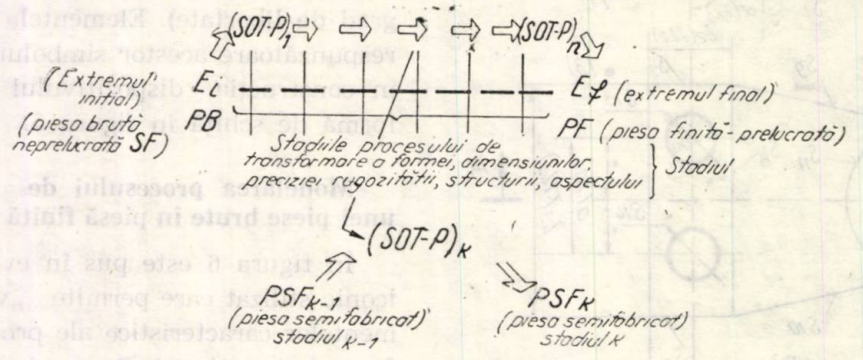


Fig. 6

componente); cît și de FUNCȚIONALITATEA PSF ($S_1 \div S_2$); R, ∇_{12}, r, l_3, l_2, l_4. Acest sistem odată stabilit reprezintă un sistem unic pentru PSF considerată, permițînd determinarea tuturor elementelor arhitecturale ale piesei ca formă, dimensiuni și poziție reciprocă.

Piesa semifabricată, sistem de elemente arhitecturale

Sub aspect teoretic de generalizare, PSF reprezintă un sistem de elemente arhitecturale (SEA), mulțimea acestor elemente fiind constituită (fig. 7) din trei submulțimi.

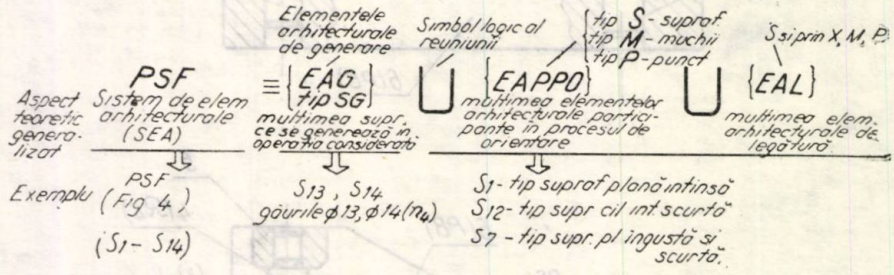


Fig. 7

O primă submulțime grupează toate elementele arhitecturale de generare (EAG). Cum în procesul de prelucrare a unei piese se generează suprafețe, aceste elemente arhitecturale de generare sînt de regulă suprafețe de generat (SG). O a doua submulțime grupează elementele arhitecturale participante în procesul de orientare (EAPPO), acestea putînd fi de tip muchie (M) și de tip vîrf (V). Cea de a treia submulțime grupează elementele arhitecturale le legătură (SAL) de tipul S, M sau V. Pe figura 7 sînt făcute trimiterile la figura 4, pentru a se urmări în sens de aplicație, modul de grupare a elementelor arhiecturale.

b. Sistemul de referință de generare SR$_G$ (O_G, X_G, Y_G, Z_G) (tehnologic), legat direct de suprafețele care se generează în operația considerată. El poate fi considerat ca un sistem de referință constructiv funcțional al corpului care se detașează sub formă de așchii în procesul generării suprafețelor, după ecuația $C_i = C_f + C_d$ (corpul inițial este egal cu corpul final plus corpul detașat). Într-un proces de generare vor exista atîtea sisteme de generare, cîte corpuri se detașează (considerînd așchiile concentrate în corp echivalent — detașat). Sistemele de referință de generare sînt legate prin vectori de poziție (cote liniare și/sau unghiulare) de cel constructiv funcțional unic.

c. Sistemul de referință al orientării SR_0 (O_0, X_0, Y_0, Z_0) unic pentru un dispozitiv proiectat, în n variante pentru un dispozitiv în procesul de proiectare.

Sistemul de referință în sistemul tehnologic de prelucrare

În figura 9 sînt prezentate cele 4 sisteme de referință ale subsistemelor componente : MU

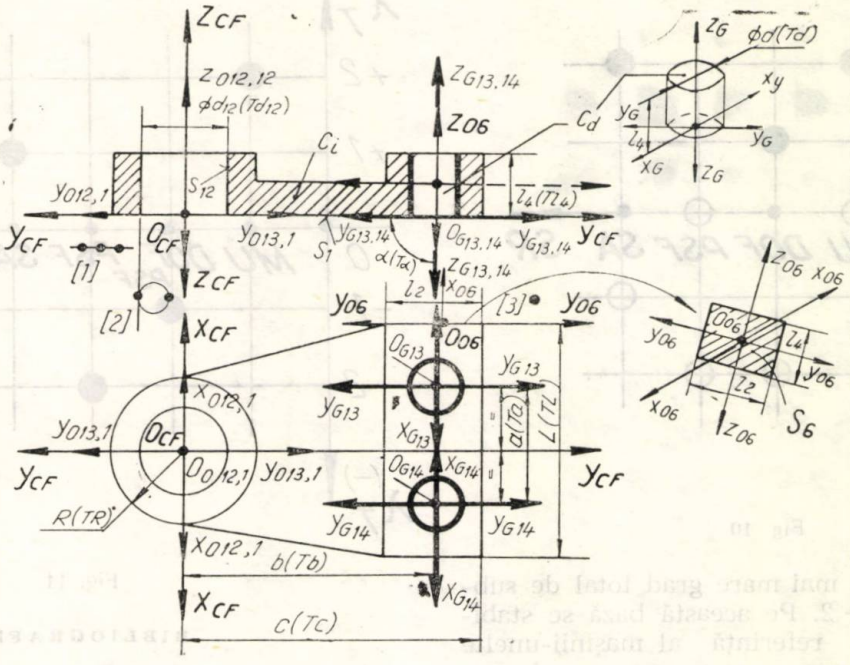


Fig. 8

Sistemul este legat direct de suprafețele, muchiile și vîrfurile de pe PSF, care participă în procesul de orientare prin contactul lor cu suprafețele active ale reazemelor (elementele ergonologice ale dispozitivului).

Pentru o operație considerată, se va admite pentru PSF un singur sistem de referință din cele trei posibile. Frecvența cea mai mare o deține SR_{CF}. În raport cu acest sistem de referință de bază, se stabilesc legăturile poziționale cu celelalte sisteme de referință. În acest sistem de bază se determină și se discută toate elementele arhitecturale suprafețe, muchii, vîrfuri (reale), plane (Γ), drepte (Δ), puncte (P) reale sau fictive (BAZELE).

(mașina-unealtă), DOF_{PSF}(dispozitivul de orientare și fixare a piesei semifabricate), PSF (piesa semifabricată), SA (scula așchietoare).

Toate aceste sisteme de referință sînt într-o interdependență. Introducînd parametrul λ_p, gradul parțial de subordonare (raportare), (+) cînd SR_k subordonează alte SR (intrare flux de legătură) și (—) cînd SR_k se subordonează altor siseme de referință (ieșire flux de legătură), în figura 10 ese redată structura gradelor parțiale de subordonare pentru sistemul tehnologic de prelucrare. Introducînd parametrul λ_T, gradul total de subordonare determinat cu relația :

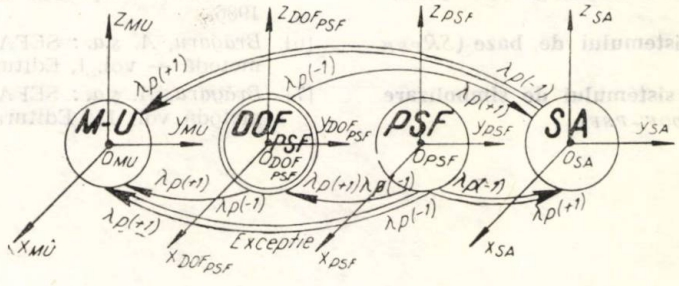


Fig. 9

$$\lambda_T = \sum_{i=1}^{n} \lambda_{pi} = \sum \lambda_p(+) + \sum \lambda_p(-)$$

În figura 11 se prezintă structura gradelor totale de subordonare, mașina-unealtă fiind elementul din sistemul tehnologic de

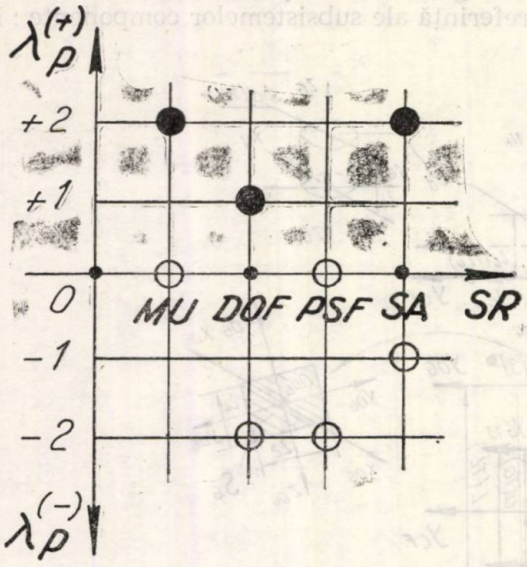


Fig. 10

prelucrare cu cel mai mare grad total de subordonare $\lambda_T = +2$. Pe această bază se stabilește sistemul de referință al mașinii-unelte ca sistem de refrință optim ($SR_{MU} = S_R^*$) al sistemului tehnologic.

Concluzii

Pe baza elementelor teoretice prezentate se pot aborda și rezolva următoarele probleme din teoria și practica proiectării schemelor de orientare și fixare :

a. Determinarea SR unic, optim al $ST_h - P$ (SR_{MU}) în concordanță și cu normele I S O.

b. Problematica poziției relative a elementelor de cuplare în ST — P (sistemul tehnologic de prelucrare).

c Suportul teoretic al sistemului de baze (SR_{PSF} $USR_{DOF-PSF}$).

d. Suportul teoretic al sistemului de simbolizare informațională ($SR_{PSF} USR_{DOF-PSF}$).

e. Suportul teoretic al calculului erorilor de orientare în procesul de selectare a schemelor.

f. Analiza structurală a sistemelor de referință.

g. Relativitatea sistemelor de referință.

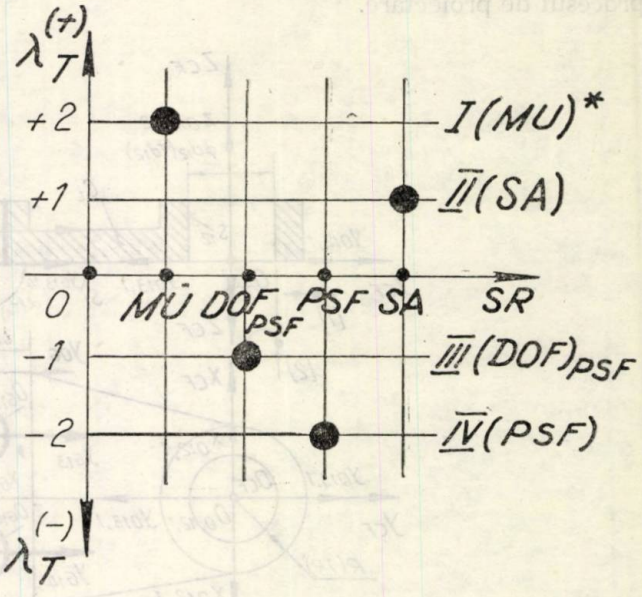


Fig. 11

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x : Directivele Congresului al XIII-lea al P.C.R. cu privire la dezvoltarea economico-socială a României în cincinalul 1986—1990 și orientările de perspectivă pînă în anul 2000. Editura politică, București, 1984.

[2] *Drăgănescu, M.* : Profunzimile lumii materiale. Editura politică, București, 1980.

[3] *Brăgaru, A.* : Conceptul S.U.C.C.E.S. — Primul Simpozion Național de Inventică, Iași, 1982.

[4] *Brăgaru, A.* : Asupra conceptului de noutate în gîndirea și acțiunea specialistului creativ din domeniul tehnic. Al doilea Simpozion Național de Creativitate și Creație, Bușteni, 1985.

[5] *Brăgaru, A.* : Pentru o pedagogie de tip GIAC. Al doilea Simpozion Național de Inventică, Iași, 1986.

[6] *Brăgaru, A. ș.a.* : SEFA — DISROM — Sistem și metodă — vol. I, Editura tehnică, București, 1982.

[7] *Brăgaru, A. ș.a.* : SEFA — DISROM — Sistem și metodă vol. II; Editura tehnică, București, 1987.

balkancarpodem

Mecanizarea și automatizarea depozitelor cu dispozitive pentru deservirea rafturilor înalte

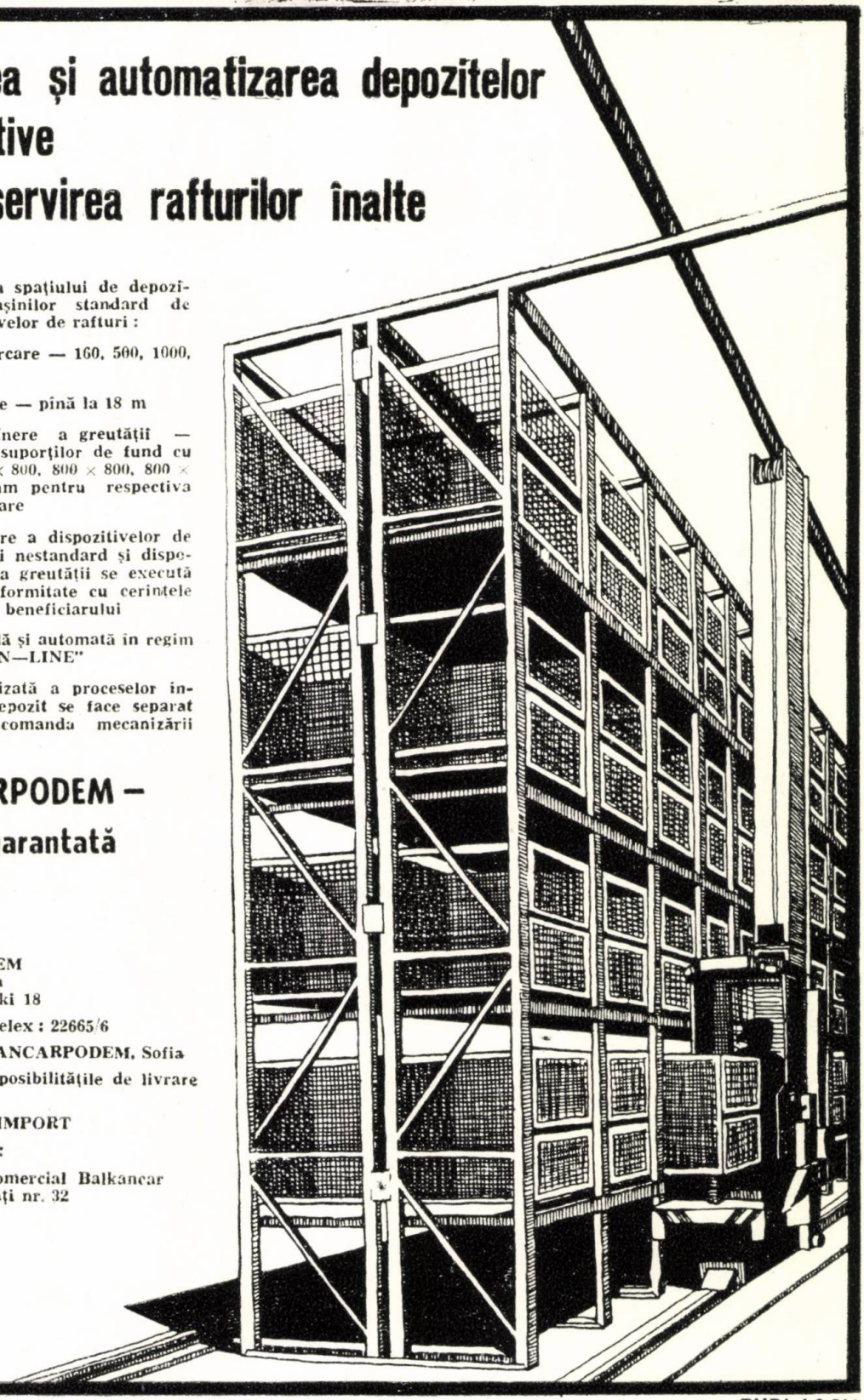
- Folosirea eficientă a spațiului de depozitare cu ajutorul mașinilor standard de deservire a dispozitivelor de rafturi :
- Capacitatea de încărcare — 160, 500, 1000, 1600 și 2000 kg

  Înălțimea de ridicare — pînă la 18 m
- Dispozitive de susținere a greutății — pentru prelucrarea suporților de fund cu dimensiuni de 600 × 800, 800 × 800, 800 × 1200, 1200 × 1600 mm pentru respectiva capacitate de încărcare

  Mașinile de deservire a dispozitivelor de rafturi cu parametri nestandard și dispozitive de susținere a greutății se execută la comandă în conformitate cu cerințele tehnice concrete ale beneficiarului

  Comanda — manuală și automată în regim „OFF—LINE" și „ON—LINE"

  Comanda computerizată a proceselor informaționale din depozit se face separat sau integrat cu comanda mecanizării depozitului



BALKANCARPODEM — Fiabilitate garantată de calitate!

EXPORTATOR :

BALKANCARPODEM
Bulgaria, 1040 Sofia
Bd. Kliment Ohridski 18

Telefon : 655—01, Telex : 22665/6

Telegrame : BALKANCARPODEM, Sofia

Informații privind posibilitățile de livrare se pot obține la

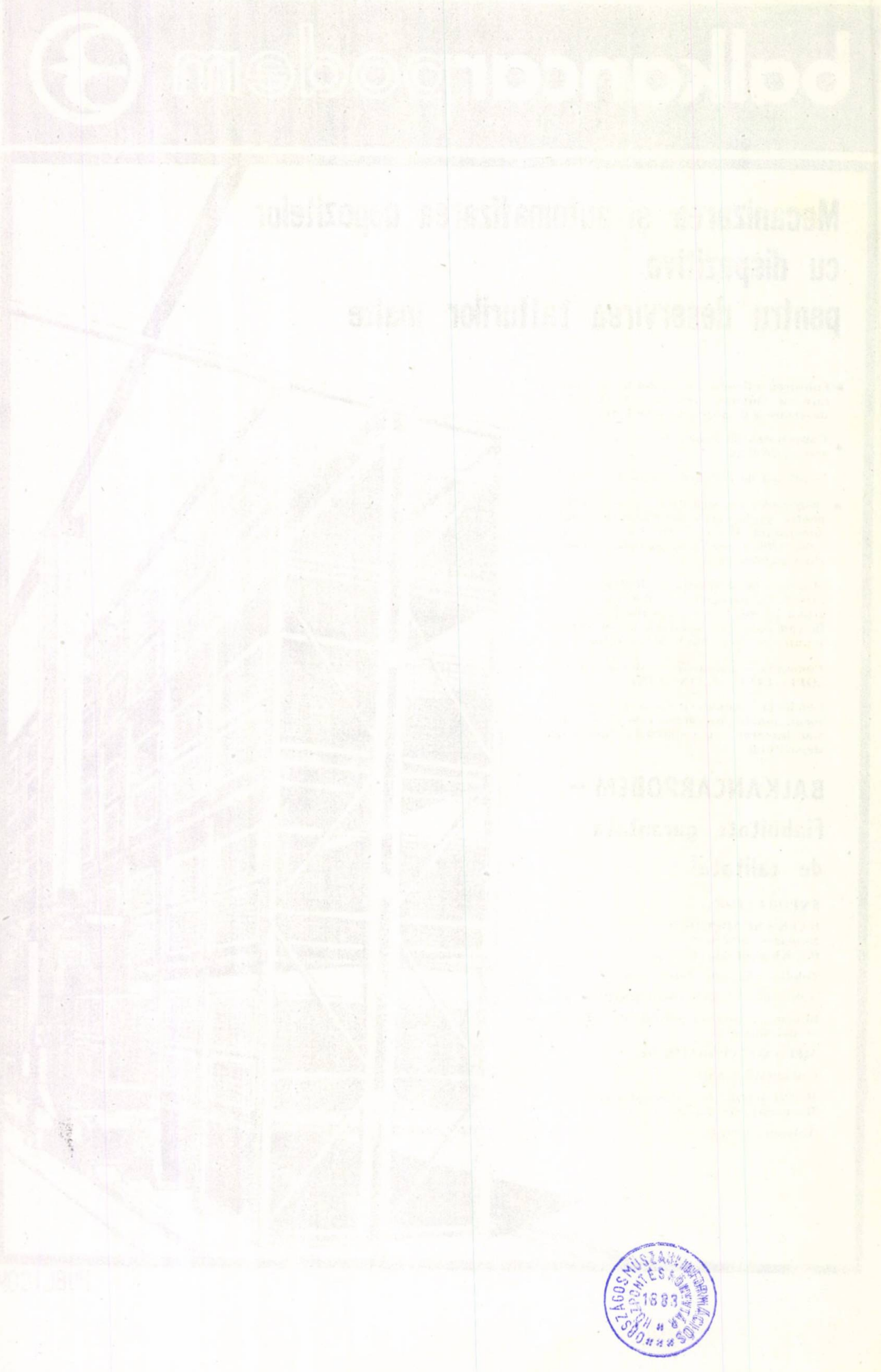
MECANOEXPORTIMPORT

Consultații tehnice :

Biroul tehnic și comercial Balkancar București, Str. Galați nr. 32

Telefon : 11 91 62

PUBLICOM



SZÁGOSMŰSZAKI
1683

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ
pentru
INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

1988 MAJ 26

difuzează în anul 1987

materiale de informare despre realizări din țară și din străinătate privind preocupările actuale în domeniul construcțiilor de mașini, de ex.: programul energetic, valorificarea surselor proprii de materii prime, calitatea produselor, economisirea materiilor prime și reciclarea deșeurilor, productivitatea muncii etc.

Materialele sînt grupate în serii:

Simbolul	Denumirea seriei
	REALIZĂRI ALE CERCETĂRII ROMÂNEȘTI
RCM	Revista „Construcția de mașini"
ID	INFORMARE DOCUMENTARĂ asupra nivelului progresului tehnic pe plan mondial în industria construcțiilor de mașini
	Informări pentru cadre de conducere:
IDCM	Informare documentară în construcția de mașini
IDCM-C	Informare documentară în construcția de mașini — conjunctură
IDCM-E	Informare documentară în construcția de mașini-energie
IDCM-O	Informare documentară în construcția de mașini-organizare
IDCM-PM	Informare documentară pentru protecția muncii
	Informări pentru specialiști:
IDT	Informare documentară în turnătorii
IDTT	Informare documentară pentru tratamente termice
IDPP	Informare documentară pentru prelucrări prin deformare plastică
IDS	Informare documentară pentru sudori
IDPR	Informare documentară pentru prelucrări la rece
IDCC	Informare documentară pentru calitate și control
IDMK	Informare documentară pentru prognoză și marketing
IDAR	Informare documentară pentru automatizare, robotizare
IDRC	Informare documentară privind reducerea consumurilor de materiale și energie

Simbolul	Denumirea seriei
	SINTEZE DOCUMENTARE privind **nivelul tehnic pe plan mondial** în industria construcțiilor de mașini
SID	Noutăți în diverse domenii
	REALIZĂRI ALE UNITĂȚILOR MICM ȘI MIUG
CO,	**Cataloage de fișe tehnice**
CTN,	de produse, tehnologii și mecanizări, automatizări autoutilări,
CMA,	
CA,	SDV-uri
PTN,	Realizări deosebite, omologări stan-
SE,	darde etc.
CSSM,	Realizări în sudare
RSM,	Echipamente de sudare
CES,	Produse tipizate, descrieri de
CTO, CT	tehnologii
	DOCUMENTE NORMATIVE
BI	**Buletinul intern MICM și MIUG**
NT	Normative tehnice
LPCM, R	Liste de prețuri în construcția de mașini, reduse
ITC	Indicatoare tarifare de calificare
NPM	Normative și ghid de protecția muncii în construcția de mașini
	MATERIALE DOCUMENTARE **în ajutorul proiectării și al producției**
	CERCETĂRI COMPLEXE DE INFORMARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ
CCIST-R și P	Cercetări retrospective și continui
SIDCM-A și B	Sistemul de informare documentară automatizat, pentru articole de revistă și brevete

I.C.S.I.T.T. BRASOV

E3279

04

GSE

20 DE ANI DE LA INFIINTAREA INSTITUTULUI

1986

1966

R 1987 DEC 1 1
Referálva!

E3279

BUCUREŞTI ■ XXXIX ■ OCTOMBRIE ■ 1987

CONSTRUCTIA DE MASINI

10

INSTITUTUL DE CERCETARE STIINTIFICA SI INGINERIE TEHNOLOGICA PENTRU TRACTOARE

Bd. 13 Decembrie nr. 94 2200 Brașov; telefon 921/65321; telex ext.011907 int. C 23 ROMANIA

I.C.S.I.T.T. prin atelierele de proiectare și laboratoarele de cercetare științifică proprii, execută o gamă completă de lucrări privind construcția, dezvoltarea și modernizarea tractoarelor agricole și industriale pe roți și pe șenile, subansamble și echipamente aferente acestora.

În laboratoarele pe profil efectuează cercetări și experimentări pe următoarele instalații și în următoarele domenii :

- instalații servohidraulice (hydropuls) :
  - încercări de rezistență : punți șasiu, elemente motor, sisteme rulare
  - încercări la vibrații : scaune, filtre, radiatoare, răcitoare, amortizoare
  - încercări accelerate : regim static și regim dinamic pentru elemente de tractoare și echipamente
- standuri pentru determinarea parametrilor funcționali și pentru încercări de anduranță pentru tractor și subansamble
- standuri pentru încercări motoare :
  - probe tip și lot a motoarelor diesel în gama de putere (20—500) CP.
  - determinarea componenței gazelor de evacuare ale motoarelor diesel
- cercetarea și proiectarea asistată de calculator (CPAC) :
  - calcule tehnico-științifice pentru subansamble de tractoare
  - inginerie structurală pe baza metodei elementului finit
  - calculul structurilor în domeniul elasto-plastic,
  - modelarea și simularea proceselor în domeniul tractoarelor
  - prelucrarea datelor experimentale

I.C.S.I.T.T. by its own laboratories and facilities of scientific research and engineering carries out a complete range of works concerning the modernization of the agricultural and industrial wheel and crawler tractors, components and corresponding equipments.

In specialized laboratories the research operations and tests are performed on the following equipment and for the following fields :

- servo-hidraulic equipment (of the hydropuls type) :
  - resistance test : axles, frames, engine components and drive assembleys
  - vibration tests : seats, filters, radiators, coolers and dampers
  - accelerated tests : static and dynamic for tractor components and equipments
- stand for functional parameters determination and for tractor and components endurance test
- engine test stands :
  - type and batch test of diesel engines ranging from 20 to 500 HP
  - diesel engine exhaust gas composition analysis
- computer aided research and design (CARD) :
  - tehnical-scientific computations for tractor components
  - structural engineering based on the finite element method
  - structure determination in the elasto-plastic range
  - process modelling and simulation for tractors
  - experimental data processing

OSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXIX, 10 octombrie 1987

CUPRINS

Tractoare

PETRESCU, N. : **Asigurarea nivelului tehnic și calitativ al tractoarelor** 475

MARINCOVICI, LAURA, MOLDOVEAN, MONICA, SÂNGEORZAN, LIVIA : **Determinarea nivelului tehnic și calitativ al tractoarelor agricole și industriale prin gestiunea automată a informațiilor** 479

DELIU, GH., STANCIU, I., VEN, ȘT : **Considerații asupra repartiției puterii pentru acționarea echipamentului și pentru tracțiune, la buldozerele cu transmisie hidromecanică** 482

STANCIU, I., VEN, ȘT., LEOVEANU, I. : **Metodă de optimizare a dimensiunilor lamei de buldozer** 485

STANCIU, I., MOLDOVEAN, MONICA : **Analiza dependenței multifactoriale a volumului prismei de pământ, la buldozerele pe șenile** 488

DRĂGHICI, I., CERNAHOSCHI, M. : **Referitor la optimizarea alegerii unui anumit tip de cuplaj, pentru un sistem de acționare dat** 491

MIULESCU, P., MACOVEI, M. : **Determinarea portanței angrenajelor cilindrice cu dantură în evolventă, în procesul de proiectare** 494

STATE, D., BEDŐ, CORNELIA, BÂLA, M., LUȚESCU, M., GROVU, M. : **Generarea numerică a profilelor spațiale, cu aplicații în construcția capotajelor de tractoare** 496

PETRESCU, N., POPESCU, B., GĂLEȘANU, AL., POP, AL. : **Cercetări experimentale privind influența configurației canalelor de evacuare a uleiului și a prelucrării suprafeței de fricțiune asupra coeficientului de frecare cinetic, la segmenții frînelor cu bandă, cu funcționare în ulei** 499

GUJA, JENIȚA : **Extinderea utilizării maselor plastice în construcția de tractoare** 503

CONSTANTIN, FL., LAZĂR, H., MUNTEANU, M., PÂRLEA, GEORGETA, BADRAGAN, SILVIA : **Simularea vibrațiilor scaunului tractorului U 1010 pe standul de încercare** 504

MUNTEANU, AL., GĂLEȘANU, AL., CIOBANU, I. : **Cercetări privind înlocuirea oțelurilor slab aliate de cementare cu fontă cu grafit nodular, călită izoterm** 508

GALEȘANU, AL., CIOBANU, I., MUNTEANU, AL., **Cercetări experimentale privind comportarea la oboseală și uzare a fontelor cu grafit nodular, călite izoterm** 511

AVRAM, V. : **Model matematic pentru determinarea domeniului optim actual la rectificarea rotundă exterioară, cu viteză mărită, pe mașini convenționale** 514

Manifestări tehnico-științifice

x x x : **FORTUS' 87** 517

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului științific al Institutului central pentru construcții de mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonator : ing. Ecaterina Petrescu

SUMARE

CZ : 658.562

Petrescu, N.: **Asigurarea nivelului tehnic şi calitativ al tractoarelor**

Se prezintă metodologia de asigurare a nivelului tehnic şi calitativ al tractoarelor — folosită la I.C.S.I.T.T. Braşov — care utilizează programe de calcul specializate, precum şi schemele logice ale principalelor programe utilizate.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 5 fig., 1 tab.

CZ : 658.562 : 629.114.2 : 631.372

Marincovici, L., Moldovean, M., Singeorzan, L.: **Determinarea nivelului tehnic şi calitativ al tractoarelor agricole şi industriale, prin gestiunea automată a informaţiilor**

Se prezintă baza de date creată — la ICSITT Braşov — pentru tractoarele agricole şi industriale, împreună cu programele realizate pentru prelucrarea datelor stocate, ceea ce constituie un real sprijin în activitatea de proiectare şi modernizare a produselor.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 1 fig., 8 ref., bibl.

CZ : 621—82

Deliu, Gh., Stanciu, I., Ven, Şt.: **Consideraţii asupra repartiţiei puterii pentru acţionarea echipamentului şi pentru tracţiune, la buldozerele cu transmisie hidromecanică**

Se prezintă modul de calcul a repartiţiei puterii între consumatori — la buldozerele cu transmisie hidromecanică — permiţînd proiectantului să aleagă corect motorul, pompa echipamentului, convertizorul etc. Se subliniază necesitatea ca proiectantul să se asigure că buldozerul va dispune atît de presiunea hidraulică necesară realizării forţei de stabilitate, cît şi de debitul necesar pentru dezvoltarea unei anumite viteze de ridicare a lamei.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 5 fig., 2 ref., bibl.

CZ : 621.879

Stanciu, I., Ven, Şt., Leoveanu, I.: **Metoda de optimizare a dimensiunilor lamei de buldozer**

În lucrare au fost obţinute relaţiile de corelare a dimensiunilor lamei de buldozer cu performanţele acestuia şi cu caracteristicile mecanice ale solului. Spre exemplificare, pentru un buldozer avînd diagrama de tracţiune prezentată în lucrare, au fost calculate dimensiunile lamei, determinată productivitatea corectată şi preţul de cost al unui metru cub de pămînt deplasat.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 4 fig., 5 ref., bibl.

CZ : 621.879

Stanciu, I., Moldovean, Monica: **Analiza dependenţei multifactoriale a volumului prismei de pămînt, la buldozerele pe şenile**

Se analizează statistic volumul prismei de pămînt, în funcţie de principalele performanţe ale buldozerului pe şenile: puterea şi masa. Datele obţinute se compară cu datele reale ale buldozerelor realizate de diferitele firme specializate. Metoda expusă poate fi extinsă — prin modele similare, cu alţi coeficienţi — şi la alte produse.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 2 fig., 2 tab., 4 ref., bibl.

CZ : 621.825

Drăghici, I., Cernahoschi, M.: **Referitor la optimizarea alegerii unui anumit tip de cuplaj, pentru un sistem de acţionare dat**

Adîncind preocupările anterioare în domeniul abordat, în prezenta lucrare — în vederea apropierii de soluţionarea optimă a problemei, deosebit de dezbătute, de altfel, şi pe plan mondial — se propune un algoritm pentru optimizarea alegerii cuplajului pentru un sistem de acţionare dat, luînd în considerare condiţiile şi restricţiile impuse de funcţionarea corectă a sistemului respectiv.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 2 fig., 8 ref., bibl.

CZ : 621—233

Miulescu, P., Macovei, M.: **Determinarea portanţei angrenajelor cilindrice cu dantura în evolventă, în procesul de proiectare**

Se prezintă metodologia determinării momentelor de torsiune capabile, (portante), pentru care solicitarea efectivă a roţilor dinţate devine egală cu cea admisibilă. Această metodologie permite abordarea problemelor de sinteză la angrenajele cilindrice.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 3 ref., bibl.

CZ : 629.114.2 : 631.372

State, D., Bedő, Cornelia, Bâla, M., Luţescu, M., Grovu, M.: **Generarea numerică a profilelor spaţiale cu aplicaţii în construcţia capotajelor de tractoare**

Generarea numerică a profilelor spaţiale, cu aplicaţii în construcţia capotajelor de tractoare, are ca obiect determinarea suprafeţelor riglate care definesc profile spaţiale, modul de generare a acestor suprafeţe, etapele în rezolvarea unei astfel de probleme şi aplicarea acestei metodologii în construcţia capotajelor.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 1 tab., 2 ref., bibl.

CZ : 621—59

Petrescu, N., Popescu, B., Găleşanu, A., Pop, A.: **Cercetări experimentale privind influenţa configuraţiei canalelor de evacuare a uleiului şi prelucrării suprafeţei de fricţiune asupra coeficientului de frecare cinetic, la segmenţii frînelor cu bandă, cu funcţionare în ulei**

În lucrare, se prezintă cîteva rezultate experimentale privind influenţa formei şi dimensiunilor canalelor de evacuare a uleiului, precum şi a prelucrării suprafeţei materialului de fricţiune asupra variaţiei coeficientului de frecare cinetic.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 7 fig.

CZ : 679.5

Guja, Jeniţa: **Extinderea utilizării maselor plastice în construcţia de tractoare**

Se prezintă posibilităţile şi avantajele utilizării în construcţia de tractoare a maselor plastice, respectiv a materialelor pe bază de polipropilenă, modificată cu elastomer.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 1 tab., 2 ref., bibl.

CZ : 629.114.2 : 631.372

Constantin, Fl., Lazăr, H., Munteanu, M., Pârlea, Georgeta, Bădrăgan, Silvia: **Simularea vibraţiilor scaunului tractorului U 1010 pe standul de încercare**

Se prezintă analiza comparativă a rezultatelor — teoretice şi experimentale — obţinute prin încercarea vibraţiilor scaunului tractorului U 1010 pe standul de încercarea şi simularea acestora cu ajutorul calculatorului. S-au determinat curbele de confort ale scaunului respectiv.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 5 fig., 3 ref., bibl.

CZ : 669.131.622

Munteanu, Al., Găleşanu, Al., Ciobanu, I.: **Cercetări privind înlocuirea oţelurilor slab aliate de cementare cu fontă cu grafit nodular, călită izoterm**

În lucrare se prezintă încercările experimentale efectuate comparativ pe epruvete din fonte indigene cu grafit modular călite izoterm şi din oţeluri de cementare. Utilizîndu-se epruvetele de tracţiune, s-a urmărit să se găsească regimul de călire izotermă care să confere fontei cu grafit nodular caracteristici mecanice apropiate de cele ale oţelurilor de cementare.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 8 fig., 1 tab., 3 ref., bibl.

CONTENTS

DC : 658.562

Petrescu, N. : **Ensuring qualitative and technical level of products**

The paper deals with the methods and ways used at ICSITT Braşov to ensure the required qualitative and technical level of tractors. The methods and ways are presented as a system based on specialized computation programmes. The logical diagrams of the main programmes are also object of the paper.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 5 figs., 1 tab.

DC : 658.562 : 629.114.2 : 631.372

Marincovici, Laura, Moldovan, Monica, Sîngeorzan, Livia : **Determining qualitative and technical level of farm and industrial tractors by means of automatic data evidence**

The I.C.S.I.T.T. — Braşov developed data base for farm and industrial tractors is preented in this paper, together with the programmes developed to process stored data. These programmes are a real help in designing and modernizing products.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 1 fig., 8 paps.

DC : 621—82

Deliu, Gh., Stanciu, I., Ven, Şt. : **Considerations on power distribution for equipment actuation and for pull in the case of hydro-mechanical drive equipped dozers**

The authors present a computation method for determining the power distribution between power consumers in the case of hydromechanical drive equipped dozers. This computation method permits the designer to make the right choice of the engine, equipment pump, torque converter, etc. The paper, also, points out the necessity that the designer makes sure that the dozer has both the hydraulic pressure, required to reach the stability force, and the output capacity required to develop a certain blade lifting speed.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 5 figs., 2 paps.

DC : 621.879

Stanciu, I., Ven, Şt., Leoveanu, I. : **An approach to dozer blade dimension optimization**

The paper aims at determining the correlating relations of dozer blade dimensions with dozer's performances and with the mechanical characteristics of soil. A specific example for the subject is that of the dozer whose pull diagram is presented in the paper. The blade dimensions have been calculated, as well as the corrected yield and the cost value of a cube meter of moved earth.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 4 figs., 5 paps.

DC : 621.879

Stanciu, I., Moldovean, Monica : **A multiple regression analysis of the Volum of a soil Wedge in the case of tractor dozers**

The object of this paper is a statistical analysis of the volume of a soil wedge depending on tractor dozers main parameters, namely mass and power. The resulting data are compared to actual data obtained with tractor dozers of different make and types. Through similar models, but with other, specific, coefficients the present method can be extended to other products, as well.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 2 figs., 2 tabs., 4 paps.

DC : 621.825

Drăghici, I., Cernahoschi, M. : **Concerning choice optimizing of a certain type of coupling for a given actuating system**

Continuing, on a more profound level, the research activities performed on this research topic, the present paper develops an algorithm for choice optimizing of a coupling in accordance with a given actuating system, considering the conditions and the limits imposed by a corect operation of the respective system. The algorithm is set forth in order to come even closer to the final solution of a special problem of wide concern the world over.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 1 fig., 8 paps.

DC : 621–233

Miulescu, P., Macovei, M. : **Determining the bearing capacity of involute teeth cylindrical gears in the design process**

The authors present a method of determining the capable torsional moments for which the effective load of gears becommes equal to that permitted. This method permits to deal with synthesis problems of cylindrical gears.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 3 paps.

DC : 629.114.2 : 631.372

State, D., Bedö, Cornelia, Bâla, M., Luţescu, M., Grovu, M. : **Numerical generation of three-dimensional profiles used in tractor hood construction**

The authors deal with a method of determining the ruled surfaces which define three-dimensional profiles, the way of generating such surfaces the steps that must be taken to solve problems of this kind and the use of method in tractor hood construction.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 1 tab., 2 paps.

DC : 621—59

Petrescu, N., Popescu, B., Găleşanu, A., Pop, A. : **Experimental research concerning the influence of oil drain pipe configuration and of surface friction treatment on the kinetic friction coefficient in the case of oil bath and type brake segments**

Some of the experimental results concerning the influence of oil drain pipe dimensions and shape as well as the friction surface treatment on the kinetic friction coefficient variation.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 7 fig.

DC : 679.5

Guja, Jenița : **Extended use of plastics in tractor construction**

This paper preents the possibilities and the advantages of using plastics in tractor construction, namely materials based on elastomer modified polypropylene

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 1 tab., 2 paps.

DC : 629.114.2 : 631.372

Constantin, Fl., Lazăr, H., Munteanu, M., Pârlea, Georgeta, Bădrăgan, Silvia : **Computer simulation and vibration test of U 1010 tractor seat performed on testing stand**

The authors undertake a comparatice analysis of the theoretical and experimental results obtained by performing on — stand vibration tests with the U 1010 tractor seat and by simulating on the computer the vibration to which the tractor seat is subjected. Thus, the comfort curves of the tractor seat have been determined.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 5 figs., 3 paps.

SOMMAIRES

CD : 658.562

Petrescu, N. : **Méthodes et voies à suivre pour assurer le niveau technique et qualitatif des produits**

Cet ouvrage s'occupe des méthodes employées à ICSITT de Braşov pour assurer le niveau téchnique et qualitatif recherché dans les tracteurs. Les méthodes et les voies sont présentées en système basé sur des programmes spécialisés de calculateur. Les diagrammes logiques des principaux programmes font aussi l'objet de cet ouvrage.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 5 fig., 1 tab.

CD : 658.562 : 629.114.2 : 631.372

Marincovici, Laura, Moldovan, Monica, Singeorzan, Livia : **Détermination du niveau technique et qualitatif des tracteurs agricoles et industriels par une évidence automatique des informations**

L'ouvrage présente la bese de données que l'on a élaborée, à I.C.S.I.T.T. de Braşov pour les tracteurs agricoles et industriels, aussi que les programmes élaborés pour le traitement des données stockées en mémoire. La base de données et les programmes constituent une aide réelle dans l'activité de modernisation et de projection des produits.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 1 fig., 8 réf. bibl.

DK : 621—82

Deliu, Gh., Stanciu, I., Ven, Şt. : **Des considerations sur la distribution de la puissance entre la traction et la commande de l'equipement dans le cas des bulldozers munis de transmission hydromecanique**

Les auteurs présentent le module de calcul de la distribution de la puissance entre les consumateurs, dans le cas des bulldozers à transmission hydromécanique, permettant aux calculateurs de projet de choisir correctement le moteur, la pompe de l'équipement, le convertisseur, etc. Une attention spéciale est accordée à la nécessité de s'assurer que le bulldozer va disposer de pression hydraulique suffisante pour développer la force de stabilité, aussi que d'un débit nécessaire pour atteindre une certaine vitesse d'élevage de la lame.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 5 fig., 2 réf. bibl.

CD : 621—82

Stanciu, I., Ven, Şt., Leoveanu, I. : **Méthode d'optimisation des dimensions des lames de buldozer**

Le but de cet ouvrage a été d'obtenir les relations nécessaires pour corréler les dimensions d'une lame de bulldozer avec ses performances et avec les caractéristiques mécaniques du sol. Pour donner un exemple, les auteurs ont calculé les dimensions de la lame, ont déterminé la productivité rectifiée et le prix de revient pour un mètre cube de terrain disloqué, pour un bulldozer dont la diagramme de traction fait l'objet de cet ouvrage.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 4 fig., 5 réf. bibl.

CD : 621.879

Stanciu, I., Moldovean, Monica : **Une analyse a régréssion multiple du volume d'un prisme de terre dans le cas des bullgraders**

Les auteurs donnent une analyse statistique du volume d'un prisme de terre selon les principaux performances des bullgraders, nottament, la puissance et le poids. Les données obtenues sont, ensuite, comparées avec les données réelles des bullgraders de differents producteurs spécialisés. Le domaine d'application de cette méthode peut être élargi, par des modèles similaires mais avec d'autres coéfficients, pour d'autres produits aussi.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 2 fig., 2 tab., 4 réf. bibl.

CD : 621.825

Drăghici, I., Cernahoschi, M. : **Étude concernant l'optimisation du choix d'un certain type d'accouplement pour un système de commande donné**

En continuant, à un niveau plus approfondi, les recherches antérieures, pour obtenir une solution optimale à ce problème, tellement débatu dans le monde entier, un algorithme pour l'optimisation du choix d'une type d'accouplement pour un système de commande donné. L'algorithme est fondé sur des critères, comme les conditions et les limites imposées par le fonctionnement correct du système respectif.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 2 fig., 8 réf. bibl.

CD : 621—233

Miulescu P., Macovei, M. : **Détemination de la portance des engrénage cylindriques à denture dévéloppante dans le processus de projection**

On présente la méthodologie de la détermination des moments de torsion portante pour lesquels la sollicitation effective des pignons dentés devient égale à la sollicitation admise. Cette méthode permet d'entamer les problèmes de systhèse des engrenages cylindriques.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 3 réf. bibl.

CD : 629.114.2 : 631.372

State, D., Bedő, Cornelia, Bâla, M., Luţescu, M., Grovu, M. : **Génération numérique des profils tridimensionels employés dans la construction des capotages des tracteurs**

Les auteurs s'occupent de la génération numérique des profils spatiaux employés dans la construction des capotages des tracteurs pour déterminer les surfaces réglées qui définissent ces profils, les voies de génération de ces surfaces, les étapes que l'on doit parcourir pour résoudre de tels problèmes et l'application de cette méthode dans la construction des capotages des tracteurs.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 1 tab., 2 réf. bibl.

CD : 621—529

Petrescu, N., Popescu, B., Găleşanu, A., Pop, A. : **Recherches experimentales concernant l'influence de la configuration des conduits d'évacuation de l'huile et de l'usinage des surfaces de frottement sur le coefficiant de frottement cinétique dans le cas des segments des freins â ruban fonctionnant en bain d'huile**

L'ouvrage présente quelques résultats expérimentaux concernant l'influence de la forme et des dimensions des conduits d'évacuation de l'huile, aussi que de l'usinage des surfaces frottantes sur la variation du coefficient de frottement cinétique.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 7 fig.

CD : 679.5

Guja, Jenița : **Emploi extensif des plastiques dans la construction des tracteurs**

On présente les avantages et les possibilités de l'emploi des plastiques dans la construction des tracteurs, nottament les plastiques à base de polypropylène modifié à l'intermède d'élastomère.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 1 tab., 2 réf. bibl.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 658.562

Petrescu, N. : **Sicherung der technischen und qualitativen Standes Erzeugnisse**

Der Bericht befasst sich mit der in ICSITT Braşov verwendeten Methodolgie zur Sicherung des technischen und qualitativen Standes von Schleppern, die spezialisierte Rechenprogramme benützt. Die logischen Schemata der verwenteten Hauptprogramme werden vorgestellt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 5 Bild., 1 Taf.

DK : 658.562 : 629.114.2 : 631.372

Marincovici, L., Moldovean, M., Singeorzan, L. : **Destimmung des technischen und qualitativen Standes der Acker — und Industrietraktoren auf Grund der automatischen Datenverwaltung**

Die Arbeit stellt die in I.C.S.I.T.T. Braşov erzeugte Datenbasis für die Acker — und Industrietraktoren, zusammen mit den für die Bearbeitung der gespeicherten Daten erstellten Programmen vor, was eine grosse Hilfe in der Entwicklungs — und Modernisierungsarbeit ist.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 1 Bild., 8 Lit.

DK : 621.879

Deliu, Gh., Stanciu, I,. Ven, Şt. : **Betrachtungen uber die Leistungsverteilung fur den Aggregatenantrieb und zug bei den bulldozern mit hydromechanischem Getriebe**

Der Bericht stellte den Rechnungsmodul zur Bestimmung der Leistungsverteilung zwischen den Benützern des mit hydromechanischem Getriebe ausgerüsteten Bulldozers, vor, so dass der Konstrukteur die Möglichkeit hat, den Motor, die Aggregatpumpe und den Wandler korrekt zu wählen. Deshalb ist es notwending, dass der Konstrukteur sicherstellt, dass der Bulldozer sowohl über den für das Erreichen der Beständigkeitskraft erforderlichen hydraulischen Druck als auch über die für die Entwicklung einer bestimmten Schild-Hubgeschwindigkeit erforderliche Durchflussmenge verfügt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 5 Bild., 2 Lit.

DK : 621.879

Stanciu, I., Ven, Şt., Leoveanu, I. : **Optimierungsmethode die Abmessungen des Planierschilds**

In der Arbeit wurden die Korrelationsverhältnisse der Planierschildabmessungen mit der Bulldozerleistungen und den mechansichen Kennlinien des Bodens erhalten. Zum Beispiel, für einen Bulldozer, dessen Zugkurve in der Arbeit dargestellt, ist, wurden die Schildabmessungen berechnet und die korrigierte Leistung und die Kosten eines Kubikmeters bewegte Erde ermittelt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 4 Bild., 5 Lit.

DK : 621.879

Stanciu, I., Moldovean, Monica : **Analyse der Vielfachfaktoren — Abhangigkeit des Erdekeilvolumens bei den Raupenbulldozern**

Das Erdekeilvolumen wird statistisch, in Abhängigkeit von den Hauptleistungsdaten des Raupenbulldozers, u.z. von der Leistung und Masse analysiert. Die erhaltenen Daten werden mit den aktuellen Daten der von verschiedenen Firmen hergestellten Bulldozer verglichen. Die vorgestellte Methode kann durch änliche Muster mit verschiedenen Faktoren auch die anderen Erzeugnisse erweitert.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 4 Bild., 5 Lit.

DK : 621.825

Drăghici, I., Cernahoschi, M. : **Betreffend die Optimisierung der Auswahl eines bestimmten Kupplungstyps für ein gegebenes Antriebssystem**

Die corhergehenden Arbeiten auf diesem Gebiet vertiefend, wird in dieser Arbeit — im hinblick auf die Annäherung an die optimale Lösung der sehr viel erörterten Aufgabe, auch auf internationaler Ebene — ein Algorithmus zur Optimierung der Auswahl einer Kupplung für ein gegebenes Antriebssytem vorgestellt, wobei die Bedingungen und die Begrenzungen, die ein richtiges Funktionieren des betreffenden System voraussetzen, in Betracht gezogen werden.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 2 Bild., 8 Lit.

DK : 621–233

Miulescu, P., Macovei, M. : **Bestimmung der Tragfähigkeit von Stirnrädergetrieben mit Evolventenverzahnung beim Entwerfen**

Die Arbeit behasst sich mit der Methodologie zur Bestimmung der tragfähigen Torsionsmomente, für welche die effektive Beanspruchung der Zahnräder gleich mit der zulässigen Beanspruchung ist. Diese Methodologie ermöglicht es, die Syntheseaugaben bei den Stirnradgetrieben anzugreifen.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 3 Lit.

DK : 629.114.2 : 631.372

State, D., Bedö, Cornelia, Bâla, M., Luţescu, M., Grovu, M. : **Numerische Erzeugung von Raumprofilen mit Anwendungen beim bau der Verkleidung für Traktoren**

Die numerische Erzeugung von Raumprofilen mit Anwendungen beim Bau der Verkleidung von Traktoren hat als Zweck die Bestimmung der Regelflächen welche die Raumprofile definieren, die Art der Erzeugung dieser Flächen, die Etappen zur Lösung einer solchen Aufgabe, und die Anwendung dieser Methode beim Bau der Verkleidungen.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 1 Taf., 2 Lit.

DK : 621–529

Petrescu, N., Popescu, B., Găleşanu, A., Pop, A. : **Experimentaluntersuchungen extreffend den Einfluss der Ölabführungskanalgestaltung und der Reibungsflächeverarbeitung auf dem kinetischen Reibungsfaktor, bei den im Öl arbeitenden Bandbremse — Segmenten**

In der Arbeit Werden einige experimentelle Ergebnisse betreffend den Einfluss der Form und Abmessungen der Ölabführungskanäle als auch den Einfluss der Reibungsmaterial — Flächenbearbeitung auf der Änderung des kinetischen Reibungsfaktors vorgestellt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 7 Bild.

DK : 679.5

Guja, Jenița : **Erweiterung der Verwendung der Kunststoffe im Traktorenbau**

In der Arbeit werden die Möglichkeiten und Vorteile dargestellt, die die Verwendung von Kunststoffen, beziehungsweise von Stoffen auf Grundlage von Polipropylen, verändert mit Elastomeren, im Traktorenbau bieten.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 1 Taf., 2 Lit.

DK : 629.114.2 : 631.372

Constantin, Fl., Lazăr, H., Munteanu, M., Pârlea, Georgeta, Bădrăgan, Silvia : **Simulierung der Schwingungen des Sitzes des Traktors U 1010 auf dem Prüfstand**

Es wird die vergleichende Analyse der theoretischen und experimentellen Ergebnisse dargestellt, welche bei der Schwingungsprüfung des Sitzes des Traktors U 1010 auf dem Prüfstand erhalten wurden, und diese werden mit Hilfe des Recheners simuliert. Es wurden die Komfortkurven des betreffenden Sitzes bestimmt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 5 Bild., 3 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 658.562

Петреску, Н. : *Обеспечение технического и качественного уровней изделий*

Представляется метод обеспечения технического и качественного уровней тракторов, использованный в ИКСИТТ — Брашов, который применяет специализированные расчетные программы. Указываются логические схемы основных примененных программ.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
н. 10, 5 фиг., 1 таб.

ДК : 658.562 : 629.114.2 : 631.372

Маринкович, Лаура., Молдован, Моника, Сынджорзан, Ливия : *Определение технического и качественного уровней сельскохозяйственных и провышленных тракторов посредством автоматической отчетности информаций*

Представляеотся база данных, созданная в ИКСИТТ — Брашов для сельскохозяйственных и промышленных тракторов вместе с программами для обработки накопленных данных, что является действительной поддержкой в деятельности проектирования и модернизации изделий.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
н. 10, 1 рис., 8 лит.

ДК : 621—82

Делиу, Г., Станчу, И., Вен, Шт. : *Соображения о распределении мощности для привода оборудования и тяги у бульдозеров с гидромеханической передачей*

Представляется способ расчета распределения мощности между потребителями — у бульдозеров с гидромеханической передачей — позволяя проектировщику правильно выбирать двигатель, насос оборудования, гидротрансформатор и т.д. Подчеркивается, что проектировщик должен убедиться в том, что бульдозер располагает как гидравлическим напряжением, необходимым для обеспечения силы для устойчивости, так и расходом, необходимым для развития определенной скорости для подъема отвала.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
н. 10, 5 фиг., 2 лит.

ДК : 621.879

Станчу, И., Вен, Шт., Леовеану, И. : *Метод оптимизации размеров отвала бульдозера*

В работе представляются корреляционные связи размеров отвала бульдозера с его эксплуатационными качествами и с механическими характеристиками почвы. В качестве примера, на бульдозере с представленной в работе тяговой характеристикой были расчитаны размеры отвала, были определены исправленная производительность и стоимость одного квадратного метра перемещенногго грунта.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
н. 10 4 фиг., 5 лит.

ДК : 621.879

Станчу, И., Молдовеан, Моника : *Анализ многофакториальной зависимости объема грунтовой призмы у гусеничного бульдозгра*

Статистически анализируется объем грунтовой призмы в зависимости от основных эксплуатационных качеств гусеничного бульдозера : мощность и масса. Полученные данные сравниваются с реальными данными бульдозеров, выпускаемых разными специализированными фирмами. Представленный метод может быть расширен — псредством пдобных моделях с другими коэффициентами — и на другие изделия.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
н. 10, 2 фиг., 2 таб., 4 лит.

ДК : 621.825

Дрэгич, И., Чернахоски, М. : *К оптимизации выбора муфты для данной системы привода*

Углубля предыдующие исследования в данной области, в настоящей работе — в виду приближения к оптимальному решению этого вопроса, с которым интенсивно занимаются и за рубежом — предлагается альгоритм оптимизации выбора муфты, учитывая требования и ограничения, предъявленные правильной работой соответствующей системы.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
н. 10, 2 фиг., 8 лит.

ДК : 621—233

Миулеску, П., Маковей, М. : *Определение несущей способности эвольвентных цилиндрических зацеплений в процессе проектирования*

В работе представляется метод определения несущего крутящего момента, для которого эффективная напряженность зубчатых колес становится равной допустимой. Этот метод позволяет затронуть синтетизированные вопросы цилиндрических зацеплений.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
н. 10, 3 лит.

ДК : 629.114.2 : 631.372

Статте Д., Бедъё Корнелия, Былэ М., Луцеску М., Грову М. : *Численное порождение пространственных профилей с отображениями в конструкции тракторных кожухов*

Численное порождение пространственных профилей с отображениями в конструкции тракторных кожухов имеет как оъект определение линейчатых поверхностей, характеризующих пространственные профили, способ порождения этих поверхностей, этапы развития такой задачи и применение этого метода в конструкции кожутов.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
н. 10, 1 таб., 2 лит.

ДК : 621—529

Петреску, Н., Попеску, Б., Гэлешану, А., Поп, А. : *Экспериментальные исследоввания влияния конфигурации канала для отвода масла и обработки поверхности фрикционного материала н кинематический коэффициен трения у колец ленточного тормоза, работающего в масле*

В работе представляются некоторые экспериментальные результаты влияния формы и размеров каналов для отвода масла, а также обработки поверхности фрикционного материала на изменение кинематического коэффициента трения.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
н, 10, 7 фиг.

ДК : 679.5

Гужа, Женица : *Расширение применения пластмассов в тракторостроении*

Представляются возможности и преимущества применения в тракторостроении пластмассов соответственно материалов на основе полипропилена, модифицированного эластомером.

Constructţia de maşini, 39 (1987),
н. 10, 1 таб., 2 лит.

CZ : 669.131.622

Găleşanu, Al., Ciobanu, I., Munteanu, Al. : **Cercetări experimentale privind comportarea la oboseală şi uzare a fontelor cu grafit nodular călite izoterm**

În lucrare se prezintă încercările experimentale efectuate comparativ pe epruvete din fonte indigene cu grafit nodular călite izoterm şi din oţeluri de cementare. Utilizîndu-se epruvete de oboseală şi de uzare, s-a urmărit să se găsească regimul de călire izotermă care să confere fontei cu grafit nodular caracteristici mecanice apropiate de cele ale oţelurilor de cementare.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 2 fig., 1 tab., 4 ref., bibl.

CZ : 621.923.4

Avram, V. : **Model matematic privind determinarea domeniului optim actual la rectificarea rotundă exterioară, cu viteza mărită, pe maşini convenţionale**

În lucrare se arată prin calcul şi experimental — că la maşinile de rectificat rotund exterior convenţionale din dotarea actuală a întreprinderilor constructoare de maşini din ţară, este posibil a se aplica practic rectificarea cu $V_d > 45$ m/s. Se prezintă rezultatele obţinute ca urmare a încercărilor efectuate la I.C.S.I.T.T. Braşov, privind eficienţa procedeului : reducerea energiei, creşterea productivităţii şi îmbunătăţirea calităţii suprafeţelor prelucrate.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 8 fig. 10 ref., bibl.

DC : 669.131.622

Găleşanu, Al., Ciobanu, I., Munteanu, Al. : **Experimental research concerning fatigue behaviour and wear of nodular cast irons isothermally tempered**

This paper presents the experimental research performed in a comparative way on samples of nodular cast iron, isothermally tempered. Research has been conducted on samples of case-hardened steels. Using fatique and wear samples the isothermal tempering behaviour has been determined which gives nodular cast irons mechanical characteristics similar to thoee of case-hardened steels.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 2 figs., 1 tab., 4 paps.

DC : 669.131.622

Munteanu, Al., Găleşanu, Al., Ciobanu, I. : **A study of case-hardened low-alloy steels replacement modular cast iron isothermally tempered**

The paper deals with the experimental research performed, in a comparative way, on different samples of nodular cast irons isothermally tempered and of case-hardened steels. By use of tension samples the isothermal tempering behaviour has been determined which gives nodular cast-iron characteristics similar to those of case-hardened steels.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 8 figs., 1 tab., 3 paps.

DC : 621.923.4

Avram, V. : **Mathematical model concerning the determination of the real optimum range for the outer cylindrical grinding with increased speed on conventional machines**

The paper shows — by computation and experimentally — that it is possible to practically apply the grinding at a speed of $V_d = 45$ m/s to the conventional cylindrical grinding machines that equip the machine building factories in our country. The author presents the results obtainer during the tests performed in ICSSITT Braşov, concerning the efficiency of the procedure : energy reduction, increase of the performance and improvement of the machined surface quality.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 8 figs., 10 paps.

CD : 629.114.2 : 631.372

Constantin, Fl., Lazăr, H., Munteanu, M., Pârlea, Georgeta, Bădrăgan, Silvia : **La simulation sur le calculateur des vibrations aux quelles est soumise la chaise du tracteur U-1010 pendant l'essai aux vibrations**

Les auteurs présentent une analyse comparative des résultats — théoriques et expérimentaux — obtenus à la suite de l'essai aux vibrations auquel on a soumis la chaise du tracteur U-1010, essai qui a été, ensuité, simulé sur le calculateur. Aussi a-t-on pu déterminer les courbes de confort de la chaise du tracteur U-1010.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 5 fig., 3 réf. bibl.

CD : 669.131.622

Găleşanu, Al., Ciobanu, I., Munteanu, Al. : **Des recherches experimentales concernant le comportement à la fatigue et à l'usure des fontes nodulaires trempées isothermiquement**

Cet ouvrage présente les essais expérimentau que l'on a faits comparativement, sur des eprouvettes de fonte nodulaire, indigène, trempée isothermiquement, et sur des éprouvettes d'acier de cémentation. On a essayé de trouver, en employant des éprouvettes de fatigue et d'usure, le régime de trempe isotherme qui prête à la fonte nodulaire des caractéristiques mécaniques similaires aux caractéristiques des aciers de cémentation.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 2 fig., 1 tab., 4 réf. bibl.

CD : 669.131.622

Munteanu, Al., Găleşanu, Al., Ciobanu, I. : **Des recherches concernant la substitution des aciers de cémentation avec des fontes nodulaires trempées isothermiquement**

Cet ouvrage présente les essais expérimentaux que l'on a faits, d'une manière comparative, sur des éprouvettes de fonte nodulaire, indigène, aussi que sur des éprouvettes d'acier de cémentation. En employant des éprouvettes de traction, on a essayer de trouver le régime de trompe isotherme qui prête à la fonte nodulaire de caractréristique mécaniques proches de celles des aciers de cémentation.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 8 fig., 1 tab., 3 réf. bibl.

CD : 621.923.4

Avram, V. : **Modèle mathématique concernant la détérmination du domaine optimum actuel à la rectification arrondie exterieure au vitesse agrandie sur les machines outils conventionnels**

Dans l'ouvrage, par l'intèrmède des calculs et sur la voie éxperimentale, on montre qu'aux machines conventionnels de rectification arrondie de l'actuelle dotation des entreprises constructeurs de machines du pays, il est possible à appliquer pratiquemment la rectification avec $V_d = 45$ m/sec. On presente les resultats obtenus à la suite des essais effectués à I.C.S.I.T.T. Braşov, concernant l'éfficacité du procedé: la diminuation de l'energie, l'augmentation de la productivité et l'amelioration de la qualité des surfaces usinées.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 8 fig., 10 réf. bibl.

DK : 669.131.622

Găleşanu, Al., Ciobanu, I., Munteanu, Al. : **Experimentelle Versuche betreffend des Ermüdungs — und Verschleissverhalten der isotherm Gehärteten Kugelgraphit — Gusseisen**

In der Arbeit werden die experimentellen Versuche dargestellt, die vergleichend, mit Proben aus inländischem, isotherm gehärtetem Gusseisen mit Kugelgraphit und aus Einsatzstählen, durchgeführt whurden. Es wurden Ermüdungsproben und Verschleissproben verwendet, wobei verfolgt wurde ein isotherms Härteverfahren zu finden, welches dem Kugelgraphit — Gusseisen ähnliche mechanische Eigenschaften verleiht wie jene der Einsatzstähle.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 2 Bild., 1 Taf., 4 Lit.

DK : 669.131.622

Munteanu, Al., Găleşanu, Al., Ciobanu, I. : **Untersuchungen betreffend das Ersetzen der niedrig legierten Einsatzstähle durch isotherm gehärtete Kugelgraphit-Gusseisen**

In der Arbeit werden die experimentellen Versuche dargestellt, die vergleichend, mit Proben aus inländischem, isotherm gehärtetem Gusseisen mit Kugelgraphit und aus Einsatzstählen, durchgeführt wurden. Es wurden Streckstäbe verwendet, wobei verfolgt wurde dasjenige isotherme Härteverfahren zu finden welches dem Kugelgraphit-Gusseisen ähnliche mechanische Eigenschaften verleiht wie jene der Einsatzstähle.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 8 Bild. 1 Taf., 3 Lit.

DK : 621.923.4

Avram, V. : **Mathematisches Modell für die Bestimmung des aktuellen optimalen Bereichs bei dem Aussenrundschleifen mit erhöhter Geschwindigkeit auf konventionellen Maschinen**

In der Arbeit wird gezeigt, — rechnerisch oder experimentell — dass es möglich ist, bei den konventionellen Aussenrundschleifmaschinen, mit denen unsere Maschinenbauwerke ausgerüstet sind das Schleifen mit einer Geschwindigkeit von V_d = m/S zu verwenden. Es werden die Ergebnisse der in ICSITT Braşov durchgeführten Prüfungen, betreffend die Wirksamkeit des Verfahrens vorgestellt : Verminderung des Energieverbrauchs, Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Verbesserung der Qualität der bearbeiteten Flächen.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 10, 8 Bild., 10 Lit.

ДК : 629.114.2 : 631.372

Кнстантин, Ф., Лазэр, Х., Мунтеану, М., Пырлеа, Джорджета, Бэдрэган, Силвия : *Моделирование вибрации сиденья трактора У—1010 на испытательном стенде*

Представляется сравнительный анализ теоретических и экспериментальных результатов, полученных испытанием сиденья трактора У—1010 на испытательном стенде и моделированием вибраций сиденья с помощью ЭВМ. Были определены кривые комфортабельности соответствующего сиденья.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 10, 5 фиг., 3 лит.

ДК : 669. 131.622

Гэлешану, Ал., Чобану, И., Мунтеану, Ал. : *Экспериментальные исследования по поведению на усталость и износ изотермически закаленных чугунов с глобулярным графитом*

В работе представляются опытные испытания, проведенные сравнительным путем на образцах из отечественных изотермически закаленных чугунов с глобулярным графитом и цементированных сталей. Используя образцы для испытания на усталость и износ, следили за нахождением режима изотермической закалки, обеспечивающего чугуну с глобулярным графитом механические характеристики, приближенные к характеристикам цементированных сталей.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 10, 2 фиг., 1 таб., 4 лит.

ДК : 669. 131.622

Мунтеану, Ал., Гэлешану, Ал., Чобану И., Демени З. : *Исследования по замене низколегированных цементированных сталей с изотермически закаленным чугуном с глобулярным графитом*

В работе представляются опытные испытания, проведенные сравнительным путем на образцах из отечественных изотермически закаленных чугунов с глобулярным графитом и цементированных сталей. Используя образцы для испытания на растяжение, следили за нахождением режима изотермической закалки, обеспечивающего чугуну с глобулярным графитом механические характеристики, приближенные к характеристикам цементированных сталей.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 10, 8 фиг., 1 таб., 3 лит.

ДК : 621.923.4

Аврам, В. : *Математическая модель для определения настоящей оптимальной области при внешнем круговом шлифовании с повышенной скоростью на условных станках*

В работе, посредством расчетов и экспериментальным путем, указывается, что у условных станков для внешнего кругового шлифования, которыми оснащены в настоящее время машиностроительные предприятия страны, возможно практически применить шлифование V_d = 45 м/с. Представляются результаты, полученные при проведенных в ИКСИТТ — Брашов испытаниях по эффективности метода : снижение энергии, повышение производительности и улучшение качества обработанных поверхностей.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 10, 8 фиг., 10 лит.

Revista „CONSTRUCŢIA DE MAŞINI", organ al Ministerului Industriei Construcţiilor de Maşini din Republica Socialistă România. Redacţia la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcţiilor de maşini, cu sediul în Bucureşti, Calea Victoriei, 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poştal la ICTCM, şos. Olteniţei nr. 105, Bucureşti, sector 4, pentru revista „Construcţia de maşini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Tipografia „Ploieşti" str. Transilvaniei, nr. 29.

CZ : 658.562

Asigurarea nivelului tehnic și calitativ al tractoarelor

Dr. ing. Nicolae **PETRESCU** — I.C.S.I.T.T. Brașov

Activitatea Institutului este definită în relații ierarhice cu centrala, cu întreprinderile aferente centralei, cu întreprinderea de comerț exterior și cu I.C.C.M. București, relații prezentate în figura 1.

Modul de lucru în Institut este rezultatul contopirii programului de desfășurare a activităților — programul **SAD** (sistem de asigurare dezvoltare tractoare) experimentat din anul 1984 și procedeul **SAC** (sistem de asigurare a calității) recomandat de M.I.C.M. În figura 2 se prezintă separat fazele ciclului de viață produs-producție și funcțiunile **SAC**, în etapele de constituire și atestare a calității.

Fazele de realizare a produselor sînt coordonate și verificate prin intermediul unor programe specializate :

Informațiile necesare sînt cuprinse în baze de date corespunzătoare :

B.1 — baza de date ce conține informații cu privire la **performanțele și caracteristicile tractoarelor** din producția indigenă și mondială;

B.2 — baza de date cu **rezultatele experimentale** obținute la încercările simulative și de exploatare în cadrul institutului ;

B.3 — baza de date cu informațiile obținute în **exploatarea tractoarelor** de către beneficiarii interni și externi.

Dacă prin calitatea produselor se înțelege gradul sau nivelul prin care acestea corespund necesităților impuse, fiabilitatea înseamnă, pe lîngă aceasta, folosirea lor la parametrii proiectați, exploatarea lor sigură și continuă, în condiții bine determinate, pe parcursul unei durate de timp date.

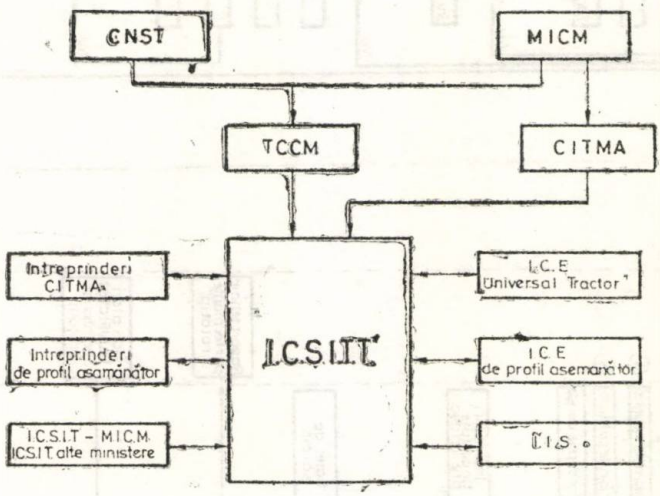


Fig. 1

SCOP — stabilirea de costuri de fabricație și prețuri obtenabile pe piața mondială la tractoare și componente ;

MARKET — sistem pentru stabilirea nivelului tehnic ;

SIM — sistem de încercări simulative ;

SEX — sistem de încercare în exploatare a tractoarelor agricole și industriale ;

SIFP — sistem pentru calculul indicatorilor de fiabilitate previzională ;

SIFO — sistem pentru calculul indicatorilor de fiabilitate operațională ;

SIFS — sistem pentru calculul indicatorilor de fiabilitate a produselor din serie.

Căderea unui produs constituie acel defect care împiedică produsul să-și îndeplinească în continuare una, mai multe, sau toate funcțiunile de bază prevăzute.

În cadrul băncii de date B.2 sînt stocate informații cu privire la urmărirea în exploatare a tractoarelor la beneficiarii externi și interni. Scoaterea se face pe suport magnetic, iar informațiile se referă, în principal, la apariția căderilor, subansambluri, termene de vînzare, reper etc.

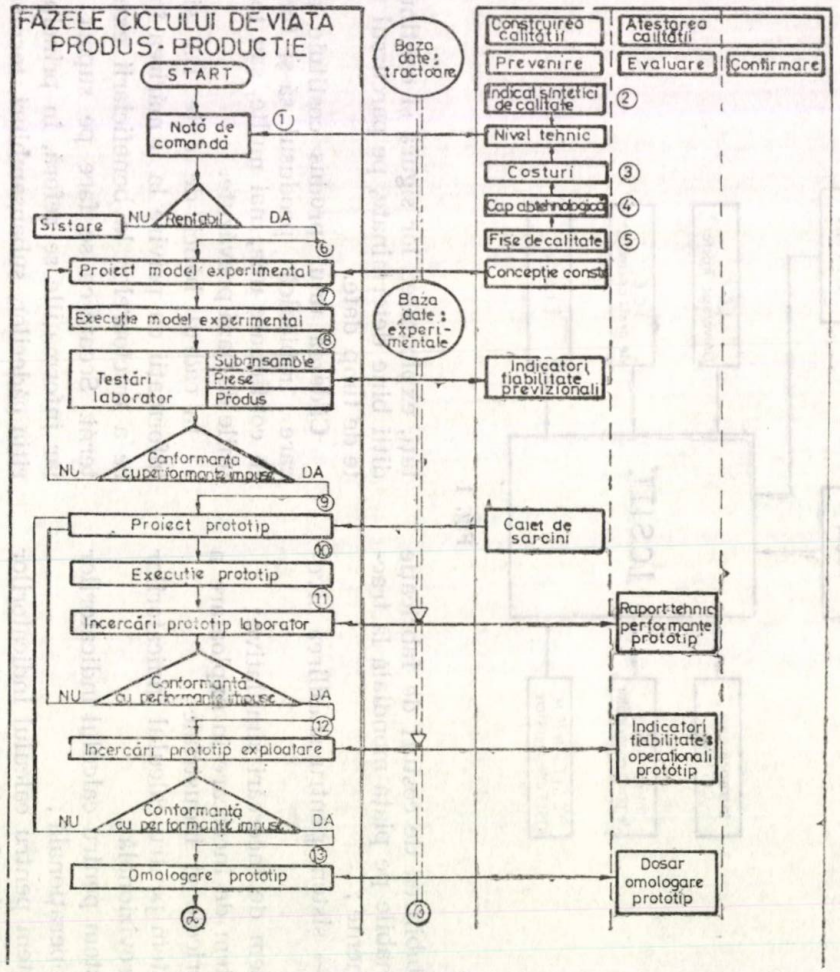

FAZELE CICLULUI DE VIATA
PRODUS - PRODUCTIE
START
Notă de comandă
Rentabil
NU
DA
Sistare
Proiect model experimental
Execuție model experimentală
Testări laborator
Subansamble
Piese
Produs
Conformantă cu performanțe impuse
Proiect prototip
Execuție prototip
Încercări prototip laborator
Conformantă cu performanțe impuse
Încercări prototip exploatare
Conformantă cu performanțe impuse
Omologare prototip
Baza date: tractoare
Baza date: experimentale
Construirea calității
Atestarea calității
Prevenire
Evaluare
Confirmare
Indicat sintetici de calitate
Nivel tehnic
Costuri
Capabilitate tehnologică
Fișe de calitate
Concepție constr
Indicatori fiabilitate previzionali
Caiet de sarcini
Raport tehnic performanțe prototip
Indicatori fiabilitate operaționali prototip
Dosar omologare prototip

Fig. 2, a

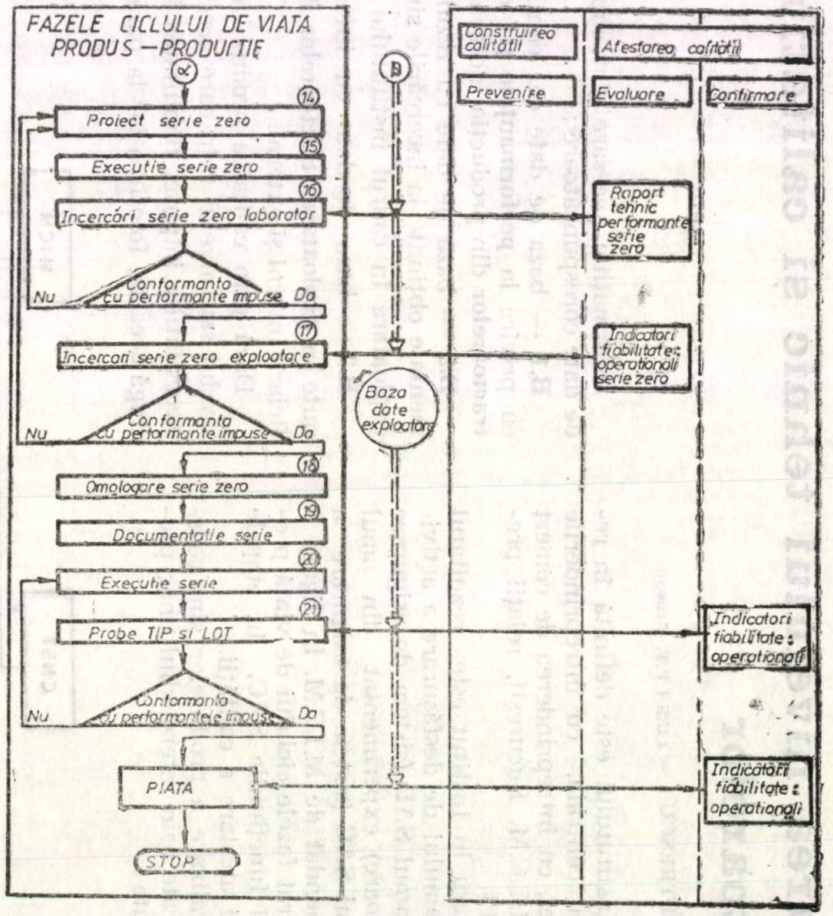

FAZELE CICLULUI DE VIATA
PRODUS — PRODUCTIE
Proiect serie zero
Execuție serie zero
Încercări serie zero laborator
Conformanta cu performanțe impuse
Încercări serie zero exploatare
Conformanta cu performanțe impuse
Omologare serie zero
Documentație serie
Execuție serie
Probe TIP și LOT
Conformanta cu performanțele impuse
PIATA
STOP
Baza date exploatare
Construirea calității
Atestarea calității
Prevenire
Evaluare
Confirmare
Raport tehnic performanțe serie zero
Indicatori fiabilitate operaționali serie zero
Indicatori fiabilitate operaționali
Indicatori fiabilitate operaționali

Fig. 2, b

În vederea prelucrărilor, se utilizează următoarele trei fișiere : **fișier de defecte, fișier dicționar, fișier de serie șasiu.** În aceste fișiere sînt stocate următoarele informații : seria șasiu, tip tractor, data fabricației, clasa de putere, grupa motor, data vînzării, beneficiar, data defectării, rulaj, agregat, grupa funcțională, ansamblu, reper.

Cu aceste date stocate se pot utiliza programe de selecții după anumite criterii : tip tractor, clasă de puteri, perioada de fabricație, data vînzării etc.

Aspecte legate de stocările acestor informații și prelucrările care se fac sînt prezentate în figura 3.

Pornind de la clasarea căderilor pe intervale de timp, se determină curba căderilor cumulate (ΣD) în funcție de timp.

Prelucrările specificate se fac utilizînd analiza regresională, testîndu-se simultan mai multe forme de curbe. Se vizualizează punctele reale și curba obținută prin regresie.

Modernizarea și asimilarea de produse noi în fabricația de tractoare impune studierea evoluției produselor similare pe piața mondială. Banca de date cu caracteristicile și performanțele tractoarelor este utilizată la evaluarea nivelului tehnic. În figura 4 este prezentată metodologia I.C.S.I.T.T. Brașov.

Se definesc parametrii utilizați în stabilirea nivelului tehnic. Aceștia se împart în două grupe : **măsurabili** și **calitativi**. Pentru parametrii măsurabili, se identifică un parametru independent, în funcție de care se analizează eventualele fenomene de tendință prin analiză

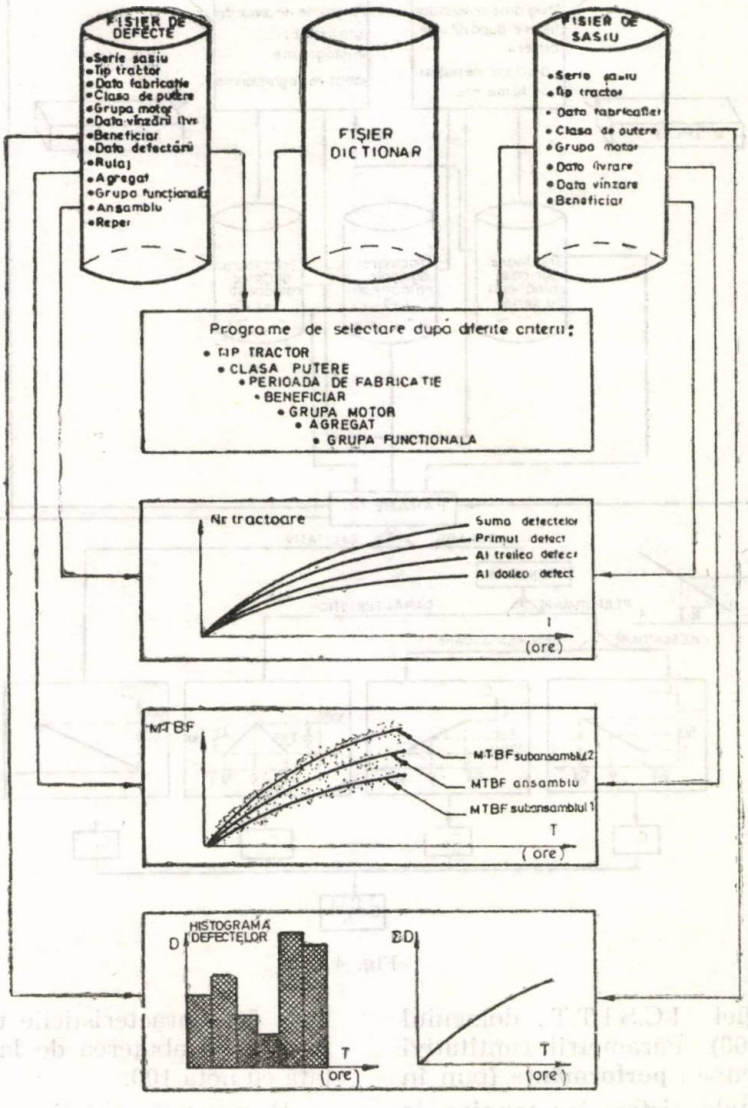


Fig. 3

În funcție de selecția utilizată, se calculează **MTBF**, funcție de timpul de funcționare, la nivel de tractor sau subansamblu specificat.

regresională. Luarea în considerare a unor astfel de fenomene este funcție de valoarea coeficientului de corelație.

Aprecierea cantitativă a nivelului tehnic al unui tractor, exprimată printr-un **indice de competitivitate,** implică un sistem de notare. manței : cît mai mare (activă crescătoare), sau cît mai mică (activă descrescătoare). Valorile care ies din domeniul $(\bar{y}-\sigma,\ \bar{y}+\sigma)$ sînt cotate corespunzător notelor atașate extremelor. Performanțele corespunzătoare lui $\bar{y}$ primesc

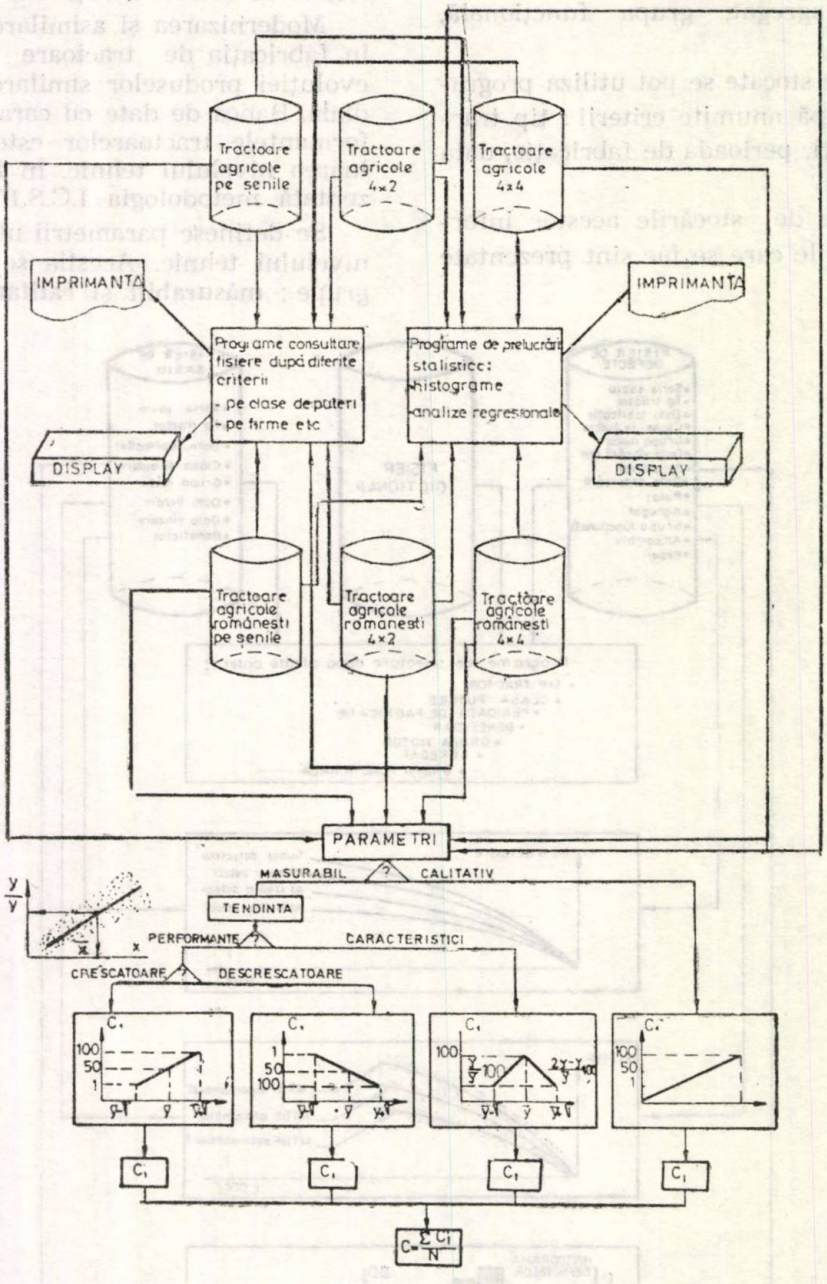


Fig. 4

În cadrul metodologiei I.C.S.I.T.T., domeniul de notare este (1,100). Parametrii cantitativi se împart în două grupe : **performanțe** (pun în evidență competențele sistemelor tehnice de a executa lucrările pentru care sînt concepute) și **caracteristici tehnice** (oferă informații asupra unor dimensiuni fizice). Notarea performanțelor este funcție de sensul logic al performanței : cît mai mare (activă crescătoare), sau cît mai mică (activă descrescătoare). Valorile care ies din domeniul $(\bar{y}-\sigma,\ \bar{y}+\sigma)$ sînt cotate corespunzător notelor atașate extremelor. Performanțele corespunzătoare lui $\bar{y}$ primesc nota 50. Caracteristicile tehnice sînt notate în funcție de abaterea de la media mondială, cotată cu nota 100.

Parametrii calitativi sînt punctați pe baza unui sistem prestabilit. Punctajele respective sînt notate C_i, în domeniul (1,100).

Indicatorul de competitivitate tehnică și calitativă C, expresie sintetică a obiectivelor de

Tabelul 1

Firma / Model	John Deere		Ford		Kubota		Yanmar		
	750	1510	1710	L 275	L 305	L 345	226 D	276 D	336 D
C_i PERFORMANȚE	64,9	53,7	58,8	48,3	56,9	29,9	52,5	55,6	65,1
C_i CARACTERISTICI	87,7	83,3	90,9	84,5	90	87,6	90,2	93	89,9
C_i CALITATIVE	83,3	78,5	78,5	78,5	83,5	83,5	87,5	90,8	90,8
C	73,5	65,5	69,5	60,8	69,4	53,3	67,5	70,6	75,5

calitate, în faza de concepție sau modernizare, se exprimă ca medie aritmetică a metodelor C_i.

Aplicația prezentată în tabelul 1 se referă la tractoarele agricole pe roți 4 × 2 (4 × 4) din clasa (15—30) CP, produse de firmele **JOHN DEERE, FORD, KUBOTA** și **YANMAR.**

Parametrii și fenomenele de tendință se reactualizează în fiecare an.

CZ : 658.562 : 629.114.2 : 631.372

Determinarea nivelului tehnic și calitativ al tractoarelor agricole și industriale prin gestiunea automată a informațiilor

Mat. Laura **MARINCOVICI**, mat. Monica **MOLDOVEAN**, mat. Livia **SÂNGEORZAN** — I.C.S.I.T.T. Brașov

Introducere

Pentru creșterea competitivității tractoarelor românești pe piața mondială, se impune o permanentă preocupare din partea specialiștilor pentru ridicarea nivelului tehnic și calitativ al produselor. Aceasta implică informarea și documentarea continuă privind tractoarele similare realizate în întreaga lume, pentru cunoașterea caracteristicilor tehnice ale produselor oferite de diferite firme pe piața mondială, la un moment dat, în funcție de cele mai variate cerințe ale beneficiarilor. Sistemele de prelucrare automată a datelor oferă posibilități de stocare, consultare și prelucrare rapidă a informațiilor, fiind de un real folos specialiștilor în activitatea de proiectare.

În cele ce urmează, se prezintă baza de date — creată la I.C.S.I.T.T. Brașov — pe suport magnetic, care conține informații referitoare la tractoarele românești similare, precum și programe de exploatare care să permită consultarea și prelucrarea statistică a datelor pentru studiile de nivel tehnic.

Crearea bazei de date

Din revistele și prospectele referitoare la producția anuală mondială de tractoare, s-au obținut informații tehnice, parametri măsurabili și cantitativi. Parametrii măsurabili au fost clasificați în : **performanțe** și **caracteristici cantitative.** Performanțele relevă competența produselor în executarea lucrărilor pentru care au fost destinate (exemplu : volumul cupei, volumul prismei de pământ, adîncimea maximă de săpare, forța maximă de împingere, capacitatea ridicătorului în trei puncte, consumul de combustibil, greutate, viteza maximă înainte/înapoi etc.).

Caracteristicile cantitative conțin date despre dimensiuni fizice. Caracteristicile calitative oferă informații privind diferitele soluții tehnice constructive (exemplu : tipul transmisiei, al cutiei de viteze, al frînelor, sistemul hidraulic, cabina ROPS etc.).

Caracteristicile calitative au fost codificate pentru stocarea pe suport magnetic pe un spațiu restrîns. S-au proiectat mai multe fișiere care să grupeze informații pe tipuri de tractoare : agricole (pe roți 4 × 2 sau 4 × 4 și pe

șenile) și industriale (buldozere pe roți sau șenile, încărcătoarele pe roți sau șenile). Programele de validare a datelor, precum și cele de creare a fișierelor pe suport magnetic au fost scrise în limbaj COBOL. Încărcarea datelor poate fi făcută prin cititorul de cartele (la un volum mai mare), sau direct, de la tastatura unui DAF. La fel și la procedurile de actualizare. Fișierele de date trebuie reînoite cu informațiile anului respectiv și pentru astfel de modificări se utilizează și produsul informatic DATATRIEVE, care permite un acces rapid la anumite cîmpuri, selectate după diferite criterii, și modificarea acestora. Fișierele create pe disc se salvează și se păstrează pe bandă magnetică.

Exploatarea bazei de date

Baza de date creată pe suport magnetic este utilizată pentru consultări și listări de conținut, precum și pentru prelucrări statistice în vederea stabilirii nivelului tehnic și calitativ al produselor.

Consultarea fișierelor. În activitatea de proiectare este necesară o documentare rapidă asupra parametrilor tehnici și calitativi ai unui produs. Gestiunea automată a informațiilor, modul de stocare și codificare a datelor, precum și configurația de calcul existentă permit consultări ale fișierelor create, cu selectarea produselor după diferite criterii alese de utilizator (exemplu : după firma producătoare, pe clase de puteri sau cu valorile unui parametru cuprinse în intervale de date). Listarea informațiilor selectate poate fi făcută la imprimantă sau pe ecran. Deoarece au fost create și dicționare DTR, consultările și listările selective se fac și utilizînd produsul DATATRIEVE. Pentru listări mai complete, cu decodificarea caractristicilor calitative, au fost elaborate programe în limbajul COBOL.

Prelucrarea datelor. Informațiile stocate constituie date primare pentru analiza cu metode statistice în vederea evaluării nivelului tehnic și calitativ al produselor. Pentru fiecare tip de tractor, agricol sau industrial, s-au ales parametrii semnificativi care caracterizează produsul, cuprinzînd performanțe, caracteristici cantitative și calitative. Alegînd drept parametru de referință puterea, prin analiza regresională liniară, se pot identifica eventualele dependențe ale celorlalți parametri măsurabili față de putere, pragul de referință fiind determinat de valoarea coeficientului de corelație. Se aplică astfel un sistem de notare de la 1 la 100. La parametrii măsurabili, notarea se face prin raportări la medii și abateri standard sau numai la medii. Notarea pentru performanțe se face și în funcție de sensul logic crescător sau descrescător al acestora. La caracteristicile calitative, a fost stabilit un punctaj în funcție de variantele de soluții constructive existente pentru fiecare caracteristică, fiind notată cu valoarea maximă (100) soluția apreciată drept cea mai bună. După notarea pentru fiecare parametru, se determină — prin medie aritmetică — indicatorul de competitivitate global pe produs.

Analiza se face pe o clasă de puteri stabilită, astfel încît un produs să poată fi raportat la produsele similare, de puteri apropiate. Determinîndu-se indicatorul de competitivitate global pentru fiecare produs din clasă, se stabilește un indicator mediu mondial al clasei de puteri respective, față de care se analizează competitivitatea produsului românesc.

Pentru evaluarea nivelului tehnic și calitativ al tractoarelor după metodologia expusă (sumar) mai sus, s-au realizat programe în limbaj FORTRAN, care să utilizeze datele stocate pe suport magnetic referitoare la tractoarele agricole și industriale de pe piața mondială. Aceste programe realizează : extragerea și decodificarea datelor din fișiere ;

selectarea valorilor pentru parametrii necesari în calculul indicatorului de competitivitate, numai pentru produsele cuprinse în clasa de puteri aleasă de utilizator ;

calculul indicatorilor pentru fiecare produs al clasei și pentru produsele românești supuse comparației ;

listarea fișelor de nivel tehnic pentru tractoarele românești și, opțional, pentru cele străine.

Programele sînt realizate în regim interactiv, astfel încît toate opțiunile de exploatare se indică de utilizator de la tastatura terminalului, în permanent dialog cu calculatorul I 102 F pentru care au fost scrise. Listarea fișelor de nivel tehnic rezultate din analiză se poate face la imprimantă sau pe display, opțional.

Baza de date creată se mai utilizează și în alte prelucrări statistice ca : histograme, analiză regresională pe clase de puteri. În schema bloc din figura 1 este reprezentat fluxul informațiilor, precum și posibilitățile de utilizare a configurației de calcul : DAF, cititor de cartele, disc bandă magnetică și imprimantă.

Concluzii

Baza de date creată pentru tractoarele agricole și industriale, împreună cu pachetul de programe realizate pe minicalculatorul I 102 F pentru prelucrarea datelor stocate, constituie un real sprijin în activitatea de proiectare și modernizare a produselor. Astfel, încă din faza de concepție a unui tractor, proiectanții pot obține informații referitoare la caracteristicile tehnice ale produselor similare de pe piața mondială. Prin analiza de nivel tehnic și calitativ a tractoarelor existente în producția de serie, prin compararea lor cu produsele străine din aceeași clasă de puteri, se

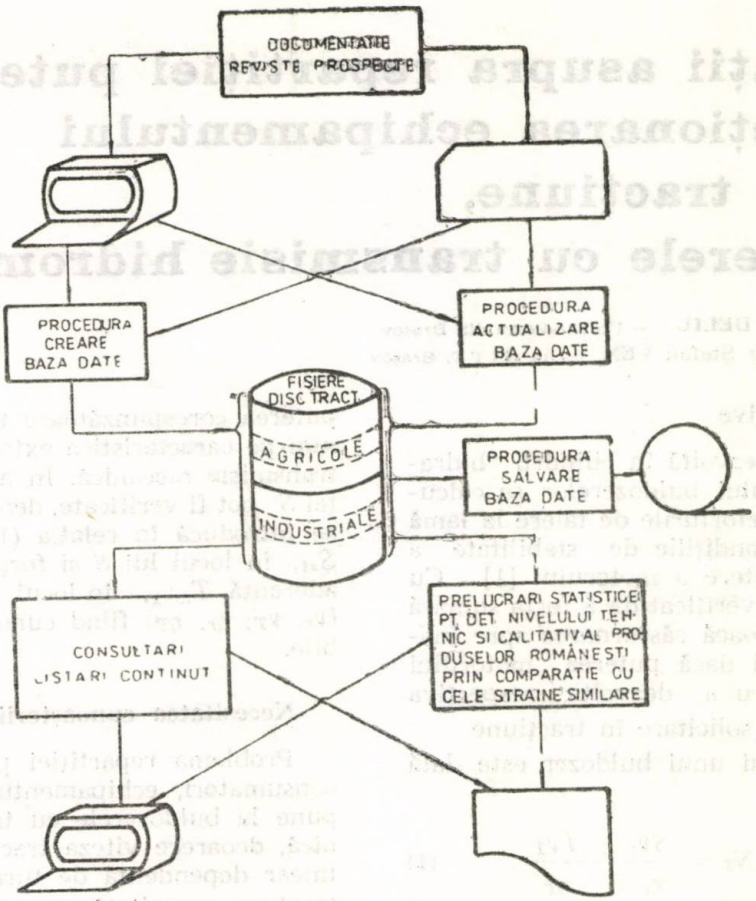


Fig. 1

poate obține o imagine a poziției tractorului românesc față de nivelul mediu mondial la un moment dat.

Aplicația prezentată demonstrează, o dată în plus, avantajele implicării tehnicii moderne de calcul în activitatea de proiectare a unor produse competitive pe piața mondială.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Petrescu, N. ș.a.:* Sistem pentru evaluarea nivelului tehnic cu aplicații la tractoare, Universitatea din Brașov, CONAT, 1985, Vol. II, pag. 1.

[2] *Pescaru, V. ș.a.:* Fișiere, baze și bănci de date, Editura tehnică, București, 1984.

[3] *Baltac, V. ș.a.:* Sisteme interactive și limbaje conversaționale, utilizare și proiectare, București, Editura tehnică, 1984.

[4] x x x: COBOL — manual de programare, București, I.T.C., 1984.

[5] x x x : RSX—MM COBOL User's Guide, 1978.

[6] x x x: RED BOOK, 1985.

[7] x x x: PDP — 11 FORTRAN 77 Langnege Reference Manual, 1981.

[8] *Constantinescu, I. ș.a.:* Prelucrarea datelor experimentale cu calculatoare numerice, București, Editura tehnică, 1980.

CZ : 621-82

Considerații asupra repartiției puterii pentru acționarea echipamentului și pentru tracțiune, la buldozerele cu transmisie hidromecanică

Conf. dr. ing. Gheorghe **DELIU** – Universitatea din Brașov
Ing. Ioan **STANCIU**, ing. Ștefan **VEN** – I.C.S.I.T.T. Brașov

Noțiuni introductive

Forțele care se dezvoltă în cilindrii hidraulici ai echipamentului buldozerelor se calculează pornind de la eforturile de tăiere la lamă și se verifică din condițiile de stabilitate a tractorului și de putere a motorului [1]. Cu alte cuvinte, trebuie verificat dacă forța sumară din cilindri nu provoacă răsturnarea spre înainte a tractorului și dacă puterea motorului este suficientă pentru a dezvolta respectiva forță, în condiții de solicitare în tracțiune.

Puterea motorului unui buldozer este dată de relația :

$$N_m = N_r + N_T = \frac{Sv_r}{\eta_r} + \frac{Tv_T}{\eta_T}, \qquad (1)$$

în care :

N_m — puterea motorului, în [W] ;
N_r — puterea consumată de echipament la ridicarea lamei, în [W] ;
N_T — puterea consumată de rulare, în [W] ;
S — forța sumară în cilindrii hidraulici ai echipamentului, în [N];
v_r — viteza pistonului, la ridicarea lamei, în [m/s] ;
η_r — randamentul total hidraulic;
T — forța motoare la steluță, în [N];
v_T — viteza tractorului, în [m/s] ;
η_T — randamentul transmisiei.

Literatura [1] indică — atunci cînd se face verificarea mai sus amintită — să se considere puterea corespunzătoare turației de cuplu maxim pe caracteristica externă, la tractoarele cu transmisie mecanică. În acest fel, valorile forței S pot fi verificate, deoarece este suficient să se introducă în relația (1) forța de stabilitate S_{st}, în locul lui S și forța motoare limitată de aderență T_{max}, în locul lui T, celelalte valori (v_r, v_T, η_r, η_T) fiind cunoscute sau determinabile.

Necesitatea cunoașterii repartiției puterii

Problema repartiției puterii între cei doi consumatori, echipamentul și tracțiunea, se pune la buldozerele cu transmisie hidromecanică, deoarece viteza tractorului nu mai este linear dependentă de turația motorului. În literatura consultată nu există nici o referire la modul în care se repartizează puterea între consumatori și de aceea autorii și-au pus problema fundamentării unui mod de calcul, care să furnizeze proiectantului date privind alegerea motorului, a pompei echipamentului, a convertizorului etc. Aceasta cu atît mai mult cu cît pompa de acționare a echipamentului este antrenată înaintea convertizorului și de aceea poate prelua, la arborele motor, o putere nedeterminată, cuprinsă între puterea de mers în gol a pompei și puterea sa maximă, urmînd ca în tracțiune să se utilizeze numai ceea ce rămîne (fig. 1).

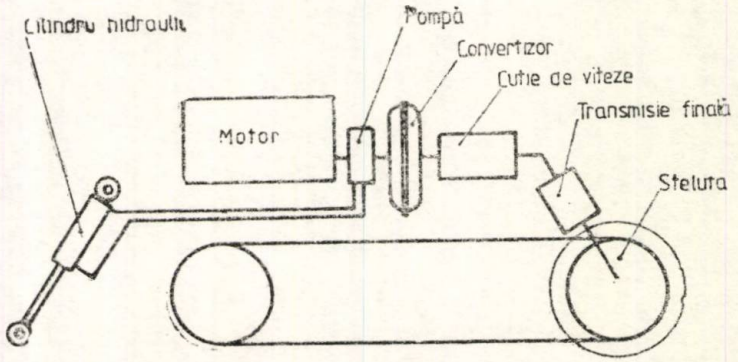


Fig. 1

Determinarea forței de stabilitate în cilindrii echipamentului buldozerului

Forța sumară ce se dezvoltă în cilindrii hidraulici ai echipamentului, în condiția limită de răsturnare spre înainte a tractorului S_{st} (fig. 2), se determină în felul următor :

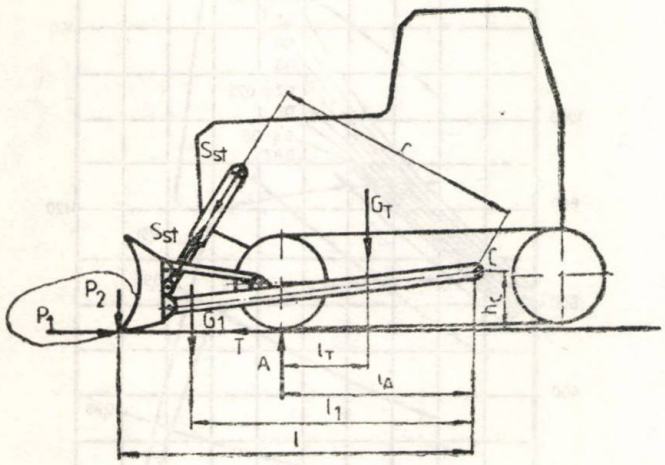


Fig. 2

Pornind de la echilibrul forțelor ce acționează asupra sistemului tractor — utilaj de lucru, la răsturnarea în jurul punctului **A**, se scrie ecuația de momente față de acest punct și se determină astfel forța verticală P_2 care asigură repausul lamei :

$$\sum M_A = 0;\ P_2(l - l_A) + G_1(l_1 - l_A) - G_T l_T = 0, \quad (2)$$

de unde :

$$P_2 = \frac{1}{l - l_A}[G_T l_T - G(l_1 - l_A)]. \quad (3)$$

Acum, avînd în vedere echilibrul forțelor care acționează numai asupra utilajului, se scrie ecuația de momente față de punctul **C** (fig. 2), din care rezultă forța S_{st} care ar provoca răsturnarea spre înainte a tractorului, în jurul punctului **A** :

$$S_{st} = \frac{1}{r}(P_1 h_c + P_2 l + G_1 l_1). \quad (4)$$

Componenta orizontală P_1 a rezultantei forțelor pe lamă fiind egală cu forța de tracțiune T, rezultă că forța ce poate fi dezvoltată în cilindri la ridicarea lamei, fără ca tractorul să se răstoarne spre înainte, crește cu forța de tracțiune ca în figura 3.

Valoarea maximă a forței din cilindri $(S_{st})_{max}$ este limitată de valoarea maximă a forței de tracțiune adică de forța maximă de aderență P_{1ad}. Aceasta din urmă este influențată, atunci cînd cilindrii hidraulici sînt închiși, de componenta verticală P_2 a rezultantei forțelor pe lamă, care determină o creștere a reacțiunii normale a solului pe sistemul de rulare și, în consecință, provoacă o creștere a forței maxime de tracțiune limitată de aderență. În acest fel, componenta orizontală $P_{1\,ad}$ va fi :

$$P_{1\,ad} = G_{ad} \cdot \varphi_{max} = (G_T + G_1 + P_2)\varphi_{max}, \quad (5)$$

iar forța maximă din cilindri va deveni :

$$S(_{st})_{max} = \frac{1}{r}[(G_T + G_1 + P_2)\varphi_{max} h_c + P_2 l + G_1 l_1] \quad (6)$$

Determinarea puterii maxime pentru acționarea echipamentului

Puterea maximă consumată de la motor pentru acționarea echipamentului este dată de relația evidentă :

$$N_r = \frac{S_{st} v_r}{\eta_r}, \quad (7)$$

în care viteza pistonului la ridicarea lamei, v_r este impusă de performanțele pe care buldozerul trebuie să le realizeze pentru a fi competitiv ; ea se va determina deci prin comparație cu produse similare, $v_{lame} = 0{,}38—0{,}48$ m/s [1].

După cum se vede, puterea maximă consumată pentru acționarea echipamentului mai poate fi scrisă sub forma :

$$N_r = \frac{Qp}{\eta_r}, \quad (8)$$

în care :

Q — debitul real la intrarea în cilindri, în [m³/s];
p — presiunea efectivă în cilindri, în [Pa].

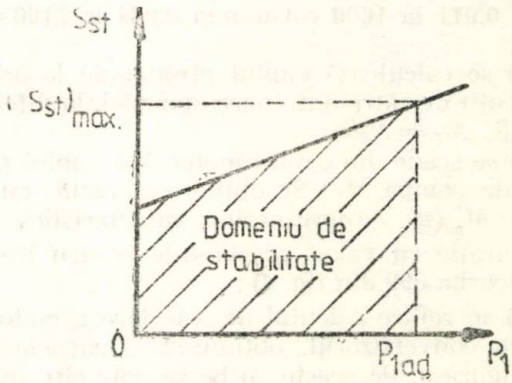


Fig. 3

Din reuniunea celor două expresii ale puterii hidraulice rezultă că nu este suficient ca la proiectare să se prevadă puterea hidraulică instalată, prin asigurarea unei valori a produsului

$Q.p$, ci este obligatoriu să se asigure atît presiunea necesară pentru realizarea forței (S_{st}) max, cît și debitul necesar pentru dezvoltarea vitezei de ridicare v_r impuse.

Repartiția puterii între consumatori

La prima vedere, s-ar părea că determinarea repartiției puterii între tracțiune și echipament este o falsă problemă, deoarece din moment ce pompa poate prelua toată puterea de care are nevoie, restul care rămîne în tracțiune este determinat. În realitate, această problemă nu s-ar pune decît în cazul în care puterea motorului ar fi mai mare decît suma puterilor consumate în sistemul hidraulic și în tracțiune :

$$N_m > N_r + N_T. \qquad (9)$$

Pe de altă parte, un astfel de caz nu este de dorit, mai ales în condițiile actuale, cînd o supradimensionare fără sens a motorului, care ar atrage consumuri exagerate de carburant și materiale, ar face întreg produsul necompetitiv.

Rezultă că **situația optimă ar fi aceea în care puterea motorului este sensibil egală cu suma valorilor extreme ale puterilor ce se pot consuma în tracțiune și în echipament.**

Pentru a putea aprecia măsura în care puterea hidraulică instalată și puterea utilizată în tracțiune se acordează cu motorul prevăzut pentru un anumit buldozer proiectat, se propune următorul mod de lucru :

a) se determină puterea mecanică consumată de pompă, în condițiile în care forța din cilindri este maximă. Conform relației (7), această putere va depinde de turația pompei (motorului) și de randamentul total al sistemului hidraulic η_r. Acesta din urmă se poate aprecia din documentația producătorului pompei și este ușor variabil cu turația. Astfel, pentru pompa PRD 33—4155 S, randamentul variază între 0,911 la 1600 rot/min și 0,934 la 2100 rot/min ;

b) se calculează cuplul preluat de la arborele cotit de către antrenarea pompei, la diferite turații, $M_r = N_r/\omega$;

c) se scade din cuplul motor M_m cuplul preluat de pompă M_r. Se obține o nouă curbă $M'_m = M'_m(n)$, reprezentînd caracteristica cuplu-turație cu valori disponibile pentru tracțiune (curba 092 din fig. 4) ;

d) se reface calculul de acordare a motorului cu convertizorul, obținîndu-se curbele 092 din figura 5. Pe aceste curbe se pote citi, funcție de viteza tractorului v_T, forța motoare la steluță T.

Concluzii

Din aplicația numerică efectuată de autori, rezultă următoarele :

1 — necesitatea verificării de către proiectant a acordării complete a motorului cu convertizorul și pompa. **Într-adevăr, după cum se observă din figura 4, intersecțiile curbelor de absorbție ale convertizorului cu curba cuplu disponibil-turație (curba 092)**

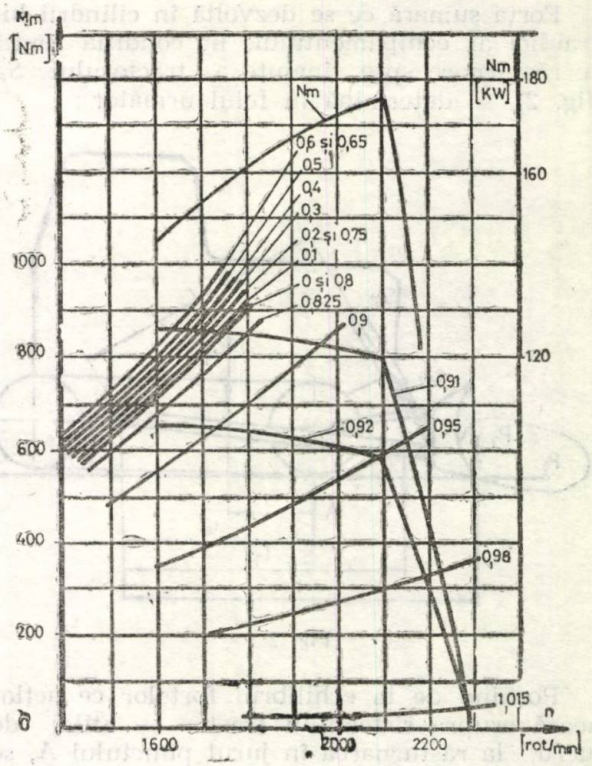


Fig. 4

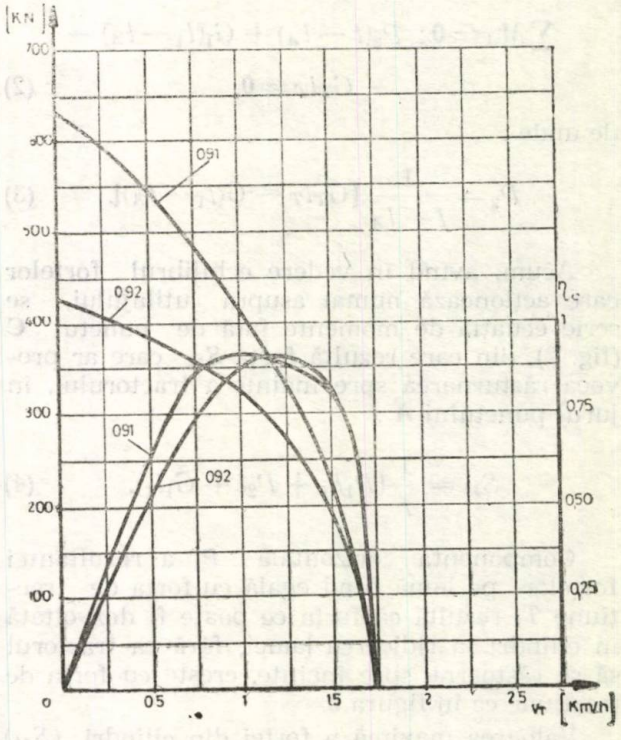


Fig. 5

au loc la turații mai mici decît turațiile la care se produc intersecțiile aceloraşi curbe cu caracteristica nominală de cuplu (curba 091). Acest lucru poate deveni periculos, în sensul că, dacă nu este bine ales convertizorul, intersecțiile pot cădea în porțiunea instabilă a curbei $M=M(n)$, ceea ce înseamnă calarea motorului ;

2 — chiar dacă intersecțiile curbelor de absorbție cu curba cuplu disponibil-turație au loc pe porțiunea stabilă, proiectantul trebuie să se asigure că respectivele regimuri de funcționare corespund unor randamente ale convertizorului mai mari decît 0,7. Acest lucru nu poate fi controlat de către operator şi rămîne în sarcina proiectantului să excludă asemenea regimuri prin apariția patinării şenilei la randamente mai mici decît 0,7 ;

3 — subliniem ceea ce menționasem mai înainte şi anume faptul că nu este suficient ca proiectantul să aleagă o valoare pentru puterea hidraulică instalată, ci este obligatoriu să se asigure că tractorul proiectat va dispune atît de presiunea hidraulică necesară realizării forței de stabilitate $(S_{st})_{max}$, cît şi de debitul necesar pentru dezvoltarea unei viteze de ridicare a lamei care să corespundă cerințelor actuale de competitivitate.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Alexeeva, T.V., Artemiev, K.A., Bromberg, A.A. ş.a.* : Dorojnîie maşinî, Ediția III-a, Maşinostroienie, Moscova, 1972.

[2] *Deliu, Gh., Benche, L., Orman, G.* : Dinamica tractoarelor pe şenile echipate cu buldozer şi scarificator, Contract de cercetare nr. 163/1986 între Universitatea din Braşov şi I.C.S.I.T.T. Braşov, 1986.

CZ : 621.879

Metoda de optimizare a dimensiunilor lamei de buldozer

Ing. Ioan **STANCIU**, ing. Ştefan **VEN**, ing. Ioan **LEOVEAN** — I.C.S.I.T.T. Braşov

Notații utilizate

c_A — cota amortizării, [lei/h] ;

c_B — cota beneficiului, [lei/h] ;

c_C — costul consumului de combustibil, [lei/h] ;

c_r — costul orar al reparațiilor, [lei/h] ;

c_{op} — costul orar al înlocuirii pieselor de uzură rapidă, [lei/h] ;

e_{RO} — costul retribuției operatorului, [lei/h] ;

d_s — dsitanța de săpare, [m] ;

d_t — distanța de transport, [m] ;

h — grosimea brazdei medii, [m] ;

h_1 — grosimea brazdei de completare, [m] ;

k_E — coeficient de corecție a timpului efectiv lucrat ;

k_O — coeficient de corecție funcție de îndemînarea operatorului ;

k_p — coeficientul rezistenței specifice la tăiere, [daN/m²] ;

k_M — coeficientul corecției funcție de material;

k_s — coeficientul de corecție funcție de tehnologia de lucru ;

k_T — coeficient de corecție funcție de tipul transmisiei ;

k_v — coeficient de vizibilitate ;

G_θ — greutatea lamei echipamentului de buldozer, [daN] ;

v_s — viteza de săpare, [m/s] ;

v_t — viteza de transport, [m/s];

v_r — viteza de revenire, [m/s] ;

μ_0 — coeficientul de frecare oțel-pămînt ;

μ — coeficientul de frecare pămînt-pămînt ;

γ — greutatea specifică a pămîntului ;

β — unghiul de atac al lamei de buldozer.

Determinarea forțelor de rezistență la săpare şi la transportul pămîntului

Buldozerul este o maşină de construcții, alcătuit dintr-un organ de lucru tip lamă, montat pe partea din față a unui tractor pe roți cu pneuri sau pe şenile [1, pag. 162].

Destinația principală a unui buldozer fiind săparea şi transportul pămîntului, acesta se analizează prin prisma cum îşi îndeplineşte funcția respectivă. În acest context, se apreciază din punctul de vedere la productivității realizate şi — ca o condiție de eficiență a alegerii şi exploatării utilajului — al prețului de cost al unui metru cub de pămînt, dislocat şi transportat.

Forțele de rezistență ce trebuie învinse de buldozer. Atît în regimul de săpare, cît şi în regimul de transport al pămîntului, intervin aceleaşi forțe, modificîndu-se doar valoarea lor şi prin acestea ponderea lor în cadrul forței de rezistență rezultante (fig. 1 — proiecția forțelor pe orizontală).

Forța de tăiere pentru regimul de săpare a pămîntului W_{ts} are următoarea expresie :

$$W_{ts} = k_p h \cdot L, \tag{1}$$

în care :

$$Lh = V_p / d_s \tag{2}$$

Rezultă, deci :

$$W_{ts} = k_p \cdot V_p / d_s \tag{3}$$

Pentru regimul de transport, forța de tăiere este de importanță secundară, fiind doar o

forță de tăiere de compensare a pierderilor de pămînt survenite și deci grosimea brazdei tăiate va fi mult mai mică :

$$W_t = k_p \cdot h_1 \cdot L \qquad (4)$$

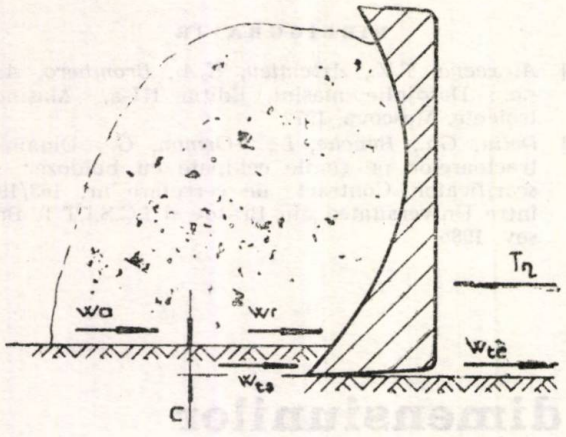


Fig. 1

Forța de frecare a lamei pe sol are aceeași expresie atît pentru regimul de săpare cît și pentru cel de transport :

$$W_{f1} = \mu_0 G_0 \qquad (5)$$

Forța de ridicare a pămintului pe lamă este forța de frecare ce apare între sol și profilul lamei, protecția ei pe orizontală fiind :

$$W_r = \mu_0 \gamma V_p \cos^2 \beta. \qquad (6)$$

Forța de impingere a prismei de pămînt este maximă la sfîrșitul regimului de săpare și în timpul regimului de transport, cînd lama este plină :

$$W_a = \mu \gamma V_p. \qquad (7)$$

Forța de rezistență la săpare. Este minimă la începutul săpării și maximă la sfîrșitul acesteia, cînd lama este plină :

$$W_{s\,max} = W_{ts} + W_{f1} + W_r + W_a \qquad (8)$$

După înlocuire se obține :

$$W_{s\,max} = \mu_0 G_0 + V_p[k_p/d_s + \gamma(\mu_0 \cos^2 \beta + \mu)]. \qquad (9)$$

Forța de rezistență la transport are următoarea expresie :

$$W_T = W_t + W_{f1} + W_r + W_a \qquad (10)$$

După înlocuiri se obține :

$$W_T = \mu_0 G_0 + k_p h_1 L + V_p \gamma(\mu_0 \cos^2 \beta + \mu). \qquad (11)$$

Corelarea dimensiunilor lamei de buldozer cu regimul optim de tracțiune al buldozerului

Forțele de rezistență $W_{s\,max}$, W_T -a căror expresie a fost deja determinată — sînt de fapt proiecțiile pe orizontală ale rezultantelor forțelor de rezistență specifice fiecărui regim în parte, care vor trebui învinse de forța de tracțiune dezvoltată de tractor.

Pentru ca buldozerul să lucreze în condiții optime, prin aceasta înțelegînd un consum specific redus de combustibil și un randament al convertizorului cît mai ridicat — pentru tractoarele cu transmisie hidromecanică (fig. 2),

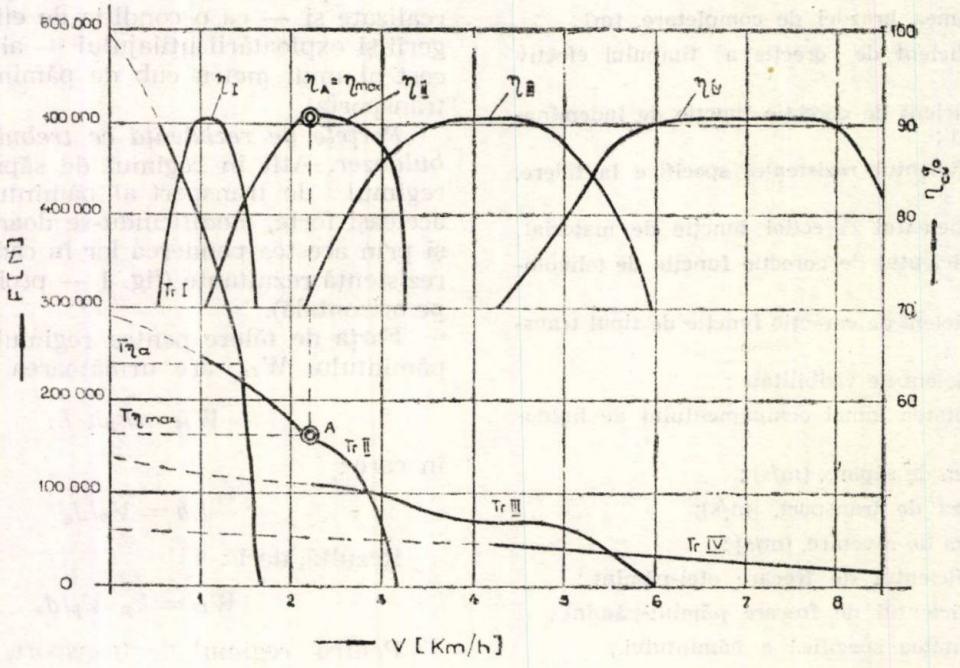


Fig. 2

este necesară corelarea dimensiunilor lamei de buldozer cu forța de tracțiune ce se obține la randamentul maxim, pentru treapta de viteze în care lucrează buldozerul.

Întrucît în ciclul de săpare-transport, ponderea cea mai mare o are în general transportul, se impun următoarele :

— săparea să se realizeze pînă la un randament minim admis, limitat în general la 0,7, prin ruperea aderenței șenilei cu solul ;

— transportul să se efectueze în zona de randament maxim.

Cele două cerințe conduc la următoarele relații :

$$T\eta_{\max} = W_T ; \tag{12}$$

$$T\eta_{ad} = W_{S\max}, \tag{13}$$

prin înlocuiri obținîndu-se următoarea formă :

$$T\eta_{\max} = \mu_0 G_0 + k_p h_1 L + V_p \gamma(\mu_0 \cos^2\beta + \mu) ; \tag{14}$$

$$T\eta_{ad} = \mu_0 G_0 + V_p[k_p/d_s + (\mu_0 \cos^2\beta + \mu)\gamma]. \tag{15}$$

Din acest sistem se obțin dimensiunile optime ale lamei :

$$L = (T\eta_{\max} - \mu_0 G_0)/k_p \cdot h_1 - (T\eta_{ad} - \mu_0 G_0)\frac{(\mu_0 \cos^2\beta + \mu)\gamma}{[k_p/d_s + (\mu_0 \cos^2\beta + \mu)\gamma]k_p h_1}, \tag{16}$$

sau :

$$V_{p1} = \frac{T\eta_{\max} - \mu_0 G_0 - k_p h_1 \cdot L}{\gamma(\mu_0 \cos^2\beta + \mu)} ; \tag{17}$$

$$V_{p2} = \frac{T\eta_{ad} - \mu_0 G_0}{k_p/d_s + (\mu_0 \cos^2\beta + \mu)\gamma} ; \tag{18}$$

$$H = \sqrt{\frac{V_p}{0{,}8L}} \text{ [3]}. \tag{19}$$

Calculul productivității buldozerului pe șenile

Avînd stabilite dimensiunile optime ale lamei de buldozer — în concordanță cu regimul de tracțiune — calculul productivității se rezumă la relația cunoscută în literatura de specialitate :

$$P_t = 3600 \frac{V_p}{T} \cdot k_0 K_M k_S K_V k_E k_T. \tag{20}$$

În relația (20) se înlocuiește V_p determinat cu relația (18).

Durata ciclului de lucru T se determină cu relația :

$$T = \frac{d_s}{V_s} + \frac{d_t}{V_t} + \frac{d_s + d_t}{V_r}. \tag{21}$$

Vitezele V_s și V_t rezultă din diagrama de tracțiune, recomandîndu-se a fi circa 6,5 km/h [5].

Aplicînd relația (20) pentru un caz concret, se obține următoarea dependență a productivității tehnice corectate în funcție de distanța de transport a pămîntului :

$$P_t = \frac{11663{,}3}{30 + 2{,}1 d_t}. \tag{22}$$

Reprezentarea grafică a productivității este dată în figura 3.

Calculul prețului de cost al unității de productivitate

Costul total al unei ore de funcționare se calculează cu relația :

$$c_T = c_A + c_B + c_C + c_{ulf} + c_r + c_{op} + c_{RO} \tag{23}$$

Costul specific al unui metru cub săpat și transportat rezultă prin împărțirea costului

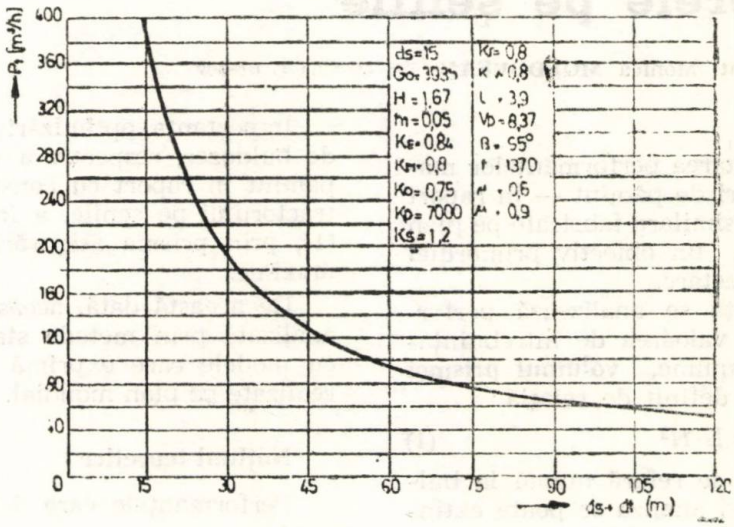


Fig. 3

total al unei ore de funcționare la productivitatea tehnică corectată :

$$c_{mc} = \frac{C_T}{P_t}$$

Pentru exemplul enunțat relația (24) devine:

$$c_{mc} = \frac{30 + 2{,}1 d_t}{32} \qquad (25)$$

și este prezentată în figura 4.

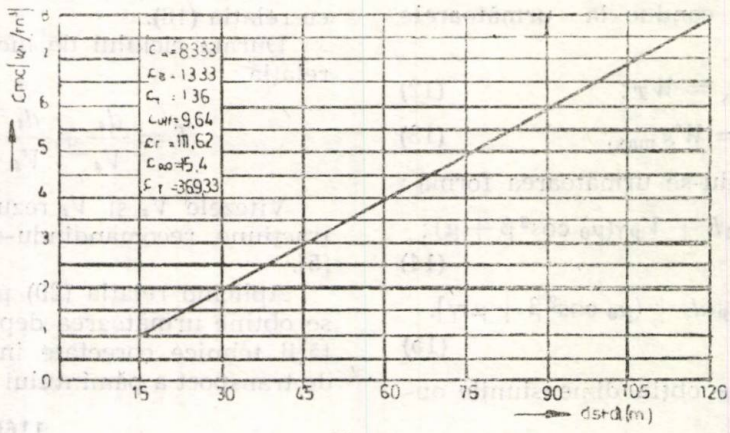


Fig. 4

Concluzii

Metoda de optimizare a dimensiunilor lamei buldozerului — prezentată în lucrare — asigură o productivitate ridicată și o utilizare optimă a performanțelor buldozerului.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Mihăilescu, St., ș.a.:* Mașini de construcții. Vol. 2, București, Editura Tehnică, 1985.

[2] *Mihăilescu, St., Petcu, R.:* Mașini de construcții. Partea a II-a, București, Institutul de Construcții, 1979.

[3] x x x: Caterpillar performance handbook, Edition 13, Peoria, Illinois, CAT publication, 1982.

[4] *Mihăilescu, St.:* Mașini de construcții pentru prelucrarea agregatelor, București, Editura didactică și pedagogică, 1983.

[5] x x x: FIAT ALLIS. Performance Handbook, september, 1981.

CZ : 621.879

Analiza dependenței multifactoriale a volumului prismei de pământ, la buldozerele pe șenile

Ing. Ioan **STANCIU**, mat. Monica **MOLDOVEAN** — I.C.S.I.T.T. Brașov

Generalități

Analiza și interpretarea performanțelor mașinilor pentru deplasări de pământ — în raport cu nivelul produselor similare fabricate pe plan mondial — reprezintă un obiectiv primordial în activitatea de proiectare.

În lucrarea de față se analizează performanța care definește valoarea de întrebuințare a buldozerelor și anume, **volumul prismei de pământ,** care este definit de relația :

$$V = L \cdot H^2 \qquad (1)$$

Datele din lucrare se referă numai la buldozerele pe șenile, deși analiza se poate extinde foarte bine și la buldozerele pe roți.

Importanța optimizării dimensiunilor lamei de buldozer, respectiv a volumului prismei de pământ în raport cu construcția propriu-zisă a tractorului pe șenile, a fost tratată detaliat în [1], prin prisma asigurării unei productivități maxime.

De această dată, această performanță este analizată prin metode statistice, fiind definită cu modele care exprimă sinteza construcțiilor realizate pe plan mondial.

Noțiuni teoretice

Performanțele care definesc buldozerele pe șenile și care caracterizează diferitele construc-

ţii realizate pe plan mondial pot fi privite ca populaţii statistice. Metodele statisticii matematice permit ca, pe baza unui număr restrîns de observaţii — plecînd de la particular la general să se estimeze valorile anumitor parametri şi să evidenţieze legăturile existente între aceştia.

Pornind de la un şir de date experimentale ale unui parametru, x_1, $x_2 \ldots x_n$, se determină în primul rînd indicatorii statistici de medie şi variaţie, respectiv media aritmetică X şi abaterea standard σ [2, 3].

Considerînd mai mulţi parametri, avînd fiecare n valori experimentale ordonate în şiruri statistice, se calculează *coeficienţii corelaţiei simple* care să exprime intensitatea dependenţei între cîte doi parametri X, Y [2, 3 etc.].

Datorită faptului că analiza se face pe un eşantion de date statistice, pentru a se permite concluzii mai generale, se aplică testul t pentru semnificaţia coeficientului de corelaţie simplă [2, 3 etc.].

Dacă valoarea calculată $t > t_{\alpha, n-2}$ atunci coeficientul de corelaţie e semnificativ, $t_{\alpha, n-2}$ fiind valoarea tabelară pentru un eşantion cu n observaţii şi nivelul de semnificaţie α.

Prin analiză regresională, pornind de la şiruri de date experimentale a doi sau mai mulţi parametri, se exprimă funcţional, prin modele legătura între parametrii respectivi. În cazul regresiei unifactoriale, se alege un parametru ca variabilă independentă, X şi altul ca variabilă dependentă Y. Considerînd legătura ca liniară, **funcţia de estimaţie** este de forma $y = a_0 + a_1 x$, determinarea modelului constînd în estimarea coeficienţilor a_0 şi a_1, prin metoda celor mai mici pătrate [2—4].

Modelul astfel determinat, în cazul regresiei liniare simple, exprimă semnificativ legătura dintre parametri dacă $|r_{y,x}| \leqslant 1$.

Pentru analiza legăturii multiple dintre parametri, se foloseşte **regresia multifactorială** de forma $y = f(x_1, x_2 \ldots x_p)$, considerînd-se o variabilă dependentă, Y şi p variabile independente X_1, $X_2 \ldots X_p$. Modelul liniar care ilustrează această legătură multiplă este de forma $y = a_0 + a_1 x_1 + \ldots a_p x_p$.

Coeficienţii a_i arată mărimea influenţei caracteristicii X_i asupra caracteristicii dependente Y. Ponderea cu care influenţează concomitent caracteristicile $X_1 \ldots X_p$ asupra lui Y este exprimată prin **coeficientul de corelaţie** multiplă :

$$R_{y.\,x_1 x_2 \ldots x_p} = \tag{2}$$

$$= \sqrt{\frac{a_0 \Sigma y + a_1 \Sigma y x_1 + \ldots + a_p \Sigma y x_p - \frac{(\Sigma y)^2}{n}}{\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2/n}}.$$

Pentru verificarea semnificaţiei coeficientului corelaţiei multiple se foloseşte testul F. Se calculează valoarea lui F :

$$F = \frac{n - p - 1}{p} \cdot \frac{R^2}{1 - R^2}, \tag{3}$$

unde p este numărul de variabile independente, iar n- numărul de observaţii. Se extrage din tabele valoarea F_α, f_1, f_2 pentru nivelul de semnificaţie α şi gradele de libertate f_1 şi f_2. Dacă $F > F_\alpha$, f_1, f_2, variabilele $X_1 \ldots X_p$ au influenţă semnificativă asupra variabilei Y.

În practică, se constată că influenţele variabilelor X_i asupra lui Y nu sînt uniforme. Se apelează atunci la modele exponenţiale multifactoriale de forma $y = a_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2} \ldots x_p^{a_p}$.

Estimarea coeficienţilor modelului se face reducînd prin logaritmare la un model liniar şi aplicînd tot metoda celor mai mici pătrate.

Modelele expuse permit evaluarea caracteristicii Y luînd în considerare influenţa concomitentă asupra acesteia a caracteristicilor X_i.

Analiza dependenţei multifactoriale a volumului prismei de pămînt

Au fost luate în studiu următoarele performanţe la 33 buldozere pe şenile, cu puteri cuprinse între 48,5 şi 522 kW, fabricate de 7 firme reprezentative pe plan mondial (fără a fi cuprinse şi produsele indigene) :

P — puterea motorului ;

V — volumul prismei de pămînt, calculat cu relaţia (1) ;

M — masa buldozerului, cu lamă, cabină şi ROPS ;

p_H — presiunea în instalaţia hidraulică ;

Q — debitul pompei hidraulice.

În baza celor prezentate în primul capitol a fost determinată, într-o primă etapă, următoarea dependenţă multifactorială a prismei de pămînt :

$$V = 0{,}00578 \frac{P^{0{,}931} \cdot M^{0{,}23566} \cdot Q^{0{,}0585}}{p_H^{0{,}1348}} \tag{4}$$

Coeficienţii de corelaţie simplă între diferitele mărimi analizate sînt prezentaţi în tabelul 1, pentru semnificaţia cărora a fost aplicat testul t. Rezultatele sînt date în tablul 2.

Deoarece valoarea t extrasă din tabele (pentru pragul de semnificaţie 0,05 şi numărul gradelor de libertate 30) este $t_{0.05;\,30} = 2{,}042$ este mult mai mică decît valorile calculate, rezultă că toţi coeficienţii de corelaţie au valori semnificative şi pot caracteriza legătura dintre perechile de parametri consideraţi.

În modelul prezentat se observă că numai puterea influenţează esenţial valoarea volumului prismei de pămînt, fapt pentru care s-a

Matricea coeficienților de corelație

Tabelul 1

	Puterea motorului	Presiunea în instalațiile hidraulice pentru echipament	Debitul în instalațiile hidraulice pentru echipament	Masă cu lamă, cabină ROPS	Volumul prismei de pământ
Puterea motorului	1	0,69099	0,93909	0,99836	0,99364
Presiunea în inst. hidr. pentru echipament	0,69099	1	0,55523	0,68315	0,68903
Debitul în inst. hidr. pentru echipament	0,93909	0,55523	1	0,94371	0,93531
Masă cu lamă, cabină, ROPS	0,99836	0,68315	0,94371	1	0,99169
Volumul prismei de pământ	0,99364	0,68903	0,93531	0,99169	1

trecut la un model bifactorial în funcție de masă și putere, prezentat în relația (5) :

$$V = 1{,}6278 \cdot 0^{-3} \cdot M^{0{,}447} \cdot P^{0{,}75374}. \quad (5)$$

Pentru acest model, coeficientul de corelație multiplă este $R_{V,PM} = 0{,}99055$. Verificarea semnificației acestui coeficient cu testul F se face astfel :

$$F = 784{,}4$$

— valoarea calculată ;

$$F_\alpha,\ f_1,\ f_2 = 3{,}32$$

— valoarea extrasă din tabele pentru nivelul de semnificație $\alpha = 0{,}05$ și gradele de libertate $f_1 = 2$ și $f_2 = 30$.

Tabelul 2

Coeficientul de corecție simplă	Valoarea t
$R_{V,P} = 0{,}99364$	49,1
$R_{V,M} = 0{,}99169$	42,9
$R_{V,p_H} = 0{,}68903$	5,29
$R_{V,Q} = 0{,}93531$	14,72
$R_{P,M} = 0{,}998836$	97

Întrucît $F > F_\alpha,\ f_1,\ f_2$, se consideră că variabilele M și P au influență semnificativă, concomitent, asupra variabilei V.

Volumul prismei de pământ a fost calculat cu relația (5), pentru toate buldozerele cuprinse în analiză, rezultînd — firește — unele diferențe față de valoarea reală.

Pentru exemplificare, s-au trasat în figura 1 curbele de dependență a volumului prismei de pământ în funcție de M și P, pentru produsele firmei Caterpillar, iar în figura 2 — pentru cîteva produse din R.S.R

Delimitarea domeniilor admisibile pentru valoarea volumului prismei de pământ s-a făcut prin suprapunerea peste curbele de izovolum calculate, a dependenței statistice dintre masă și putere, determinată prin regresie, liniară și avînd ecuația :

$$M = -56.9 + 148.24\ P \quad (6)$$

care constituie o dreaptă ce trece aproape prin origine, panta dreptei reprezentînd coeficientul de masă specifică, în [kg/kW].

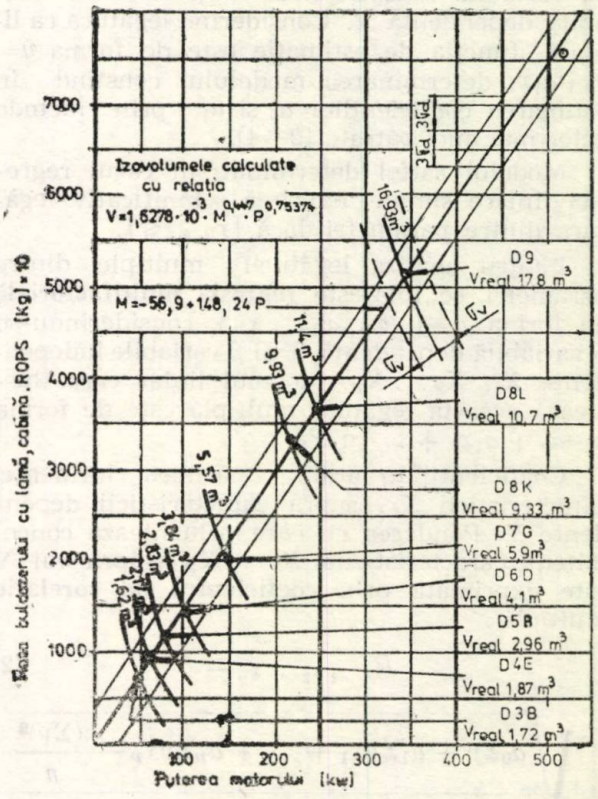


Fig. 1

Datorită coeficentului de corelație aproape unitar (0,99835), abaterea standard de la dreapta respectivă este relativ mică :

$$\sigma_d = \sigma_y\sqrt{1-r^2} = 1226{,}3\text{kg}. \quad (7)$$

S-au trasat două drepte paralele la distanță de $\pm 3\sigma_d$, care delimitează domeniul admisibil pe curbele de izovolum, de o parte și de alta a dreptei $M = f(P)$.

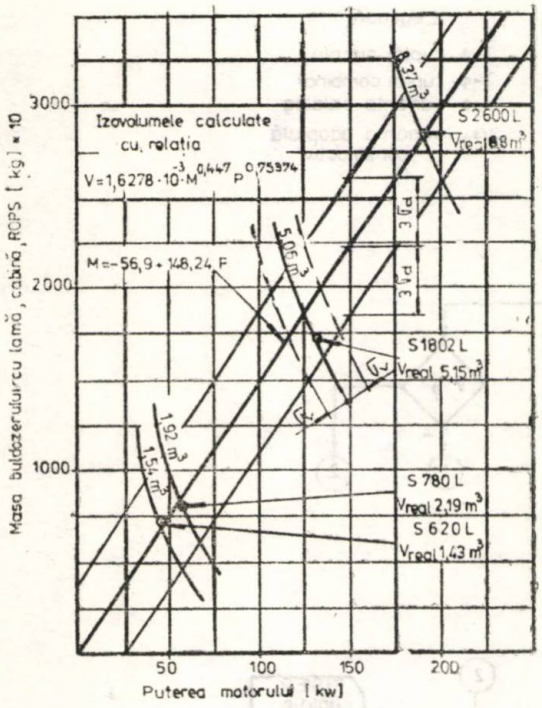


Fig. 2

Diferența dintre volumul calculat cu relația (5) și volumul real pentru fiecare produs a fost ordonată sub forma unui șir statistic și prelucrată ca atare.

A rezultat astfel o abatere standard de la volumul calculat care delimitează — de o parte și de alta a curbei de izovolum respective — un domeniu egal cu valoarea $\pm\sigma_v$ (fig. 2).

Abaterea σ_v a fost calculată pe două domenii :

pentru $V \leqslant 10$ m^3 → $\sigma_v = 0{,}32$ m^3 ;

pentru $V \geqslant 10$ m^3 → $\sigma_v = 0{,}73$ m^3

Concluzii

Modelul bifactorial al volumului prismei de pământ exprimă o dependență foarte puternică față de cele două performanțe esențiale pentru buldozerele pe șenile : puterea și masa.

Valorile cele mai probabile ale acestei mărimi se găsesc la intersecția izovolumelor calculate pentru P și M date, cu dreapta $M = f(P)$, fapt verificat de majoritatea produselor menționate pe diagremele din figurile 1 și 2. Față de această dreaptă se delimitează un domeniu maxim de abateri prin două drepte paralele trasate la $\pm 3\sigma_d$.

Abaterile față de curbele de izovolum calculate pot fi în limitele $\pm\sigma_v$.

Din punctul de vedere al autorilor se preferă abateri în direcția $+\sigma_d$ și $+\sigma_v$, care nu conduc la diminuarea productivității tehnice și forței de tracțiune a buldozerului.

Metoda expusă poate fi extinsă prin modele similare, cu alți coeficienți și de alte produse.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Stanciu, I., ș.a.* : Calculul productivității și al prețului de cost al unității de pământ săpate, CONAT, 21—22 noiembrie, 1985, Brașov.

[2] *Mihoc, Gh.* : Teoria probabilităților și statistica matematică, București, Editura didactică și pedagogică, 1980.

[3] *Constantinescu, I., ș.a.* : Prelucrarea datelor experimentale cu calculatoare numerice. București, Editura tehnică, 1980.

[4] *Rumșinski, L.* : Prelucrarea matematică a datelor experimentale, București, Editura tehnică, 1974.

CZ : 621.825

Referitor la optimizarea alegerii unui anumit tip de cuplaj, pentru un sistem de acționare dat

Dr. ing. Ioan **DRĂGHICI** — I.C.S.I.T.T. Brașov

Ing. Mihail **CERNAHOSCHI** — Universitatea din Brașov

Condițiile multiple, diverse — și, cel mai adesea, contradictorii — care trebuie asigurate de cuplaj, ținînd seama de influența pe care o exercită cuplajul asupra sistemului respectiv, precum și existența unei multitudini de soluții constructive, fac deosebit de dificilă alegerea cuplajului adecvat.

Adîncind preocupările anterioare în domeniul abordat [3—7], în această lucrare — în vederea apropierii de soluționarea optimă a

problemei (deosebit de dezbătute, de altfel, şi pe plan mondial) — se propune un algoritm pentru optimizarea alegerii cuplajului pentru un sistem de acţionare dat, luînd în considerare condiţiile şi restricţiile impuse de funcţionarea corectă a cuplajului respectiv.

În procesul de alegere — în funcţie de condiţiile impuse de utilizator — se întocmeşte o **listă de cerinţe** cuprinzînd, de exemplu, date referitoare la : geometrie, cinematică, forţe, energie, material, siguranţă în funcţionare, fiabilitate, ergonomie, realizare, control, montaj,

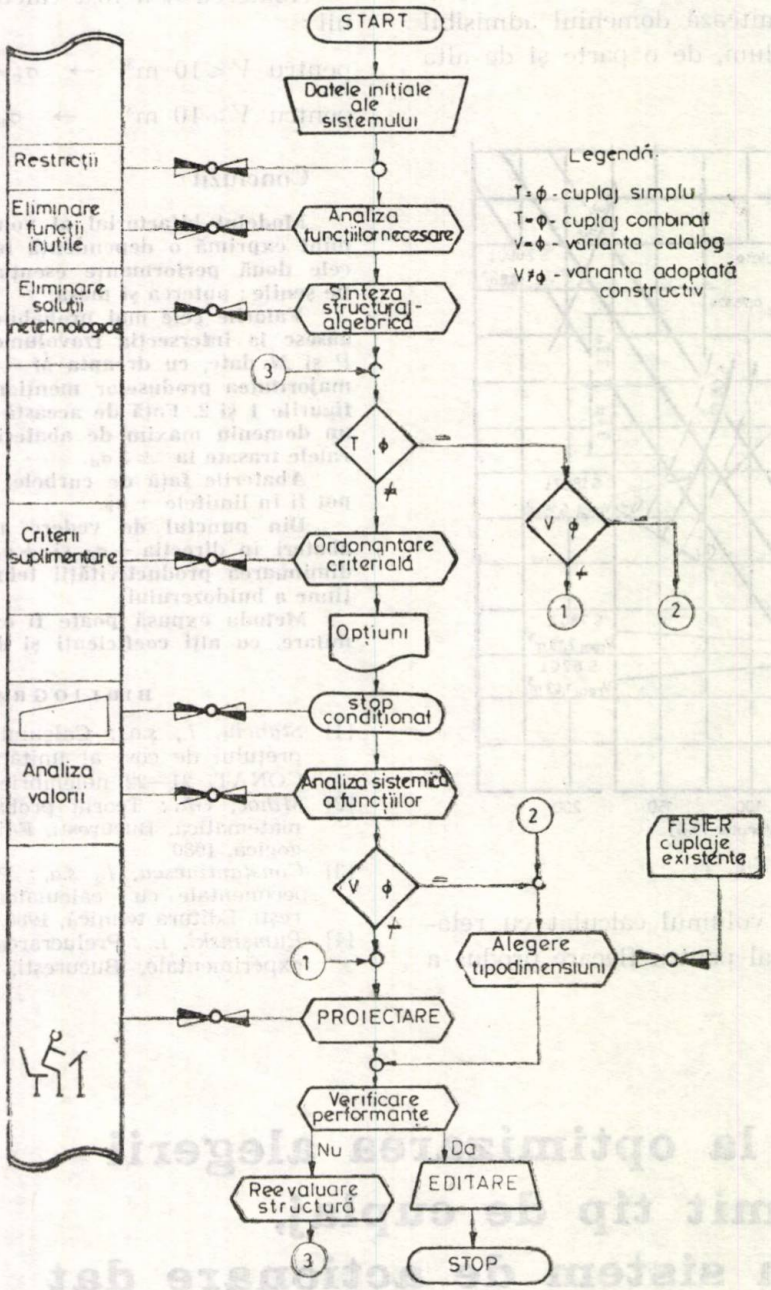


Fig. 1 Algoritm pentru optimizarea alegerii cuplajului pentru un sistem de acţionare dat.

1. La alegerea cuplajului — pentru un sistem dat de acţionare — trebuie precizate o serie de **date iniţiale** (caracteristicile mişcării transmise de cuplaj, precum şi date referitoare la motorul de antrenare şi maşina antrenată, abaterile probabile ale capetelor arborilor cuplaţi etc.).

transport, utilizare, termene etc. [8]. Se analizează şi restricţiile : termene de realizare, termene de introducere în fabricaţie, limita minimă a valorii de întrebuinţare, utilizarea unor materii prime sau materiale deficitare, limita minimă a beneficiului, limita maximă a chel-

tuielilor de proiectare, limita maximă a prețului, restricțiile impuse de funcționarea sistemului mecanic dat ș.a.

Lista de cerințe se analizează referitor la funcțiile cuplajului, în vederea stabilirii **funcției principale***) și a **funcțiilor auxiliare,** care completează funcția principală și contribuie

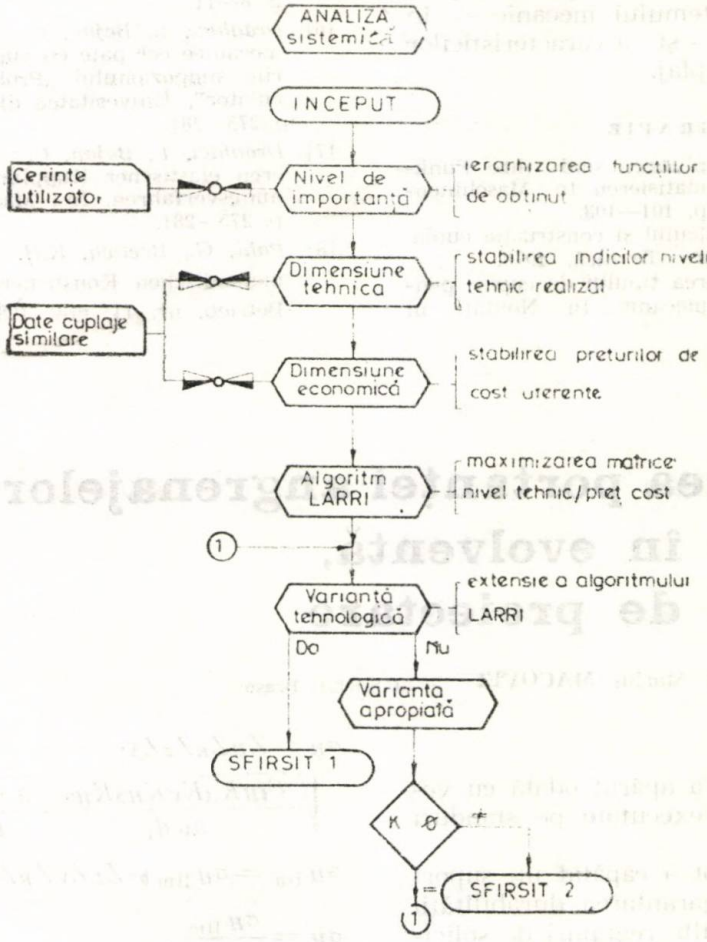


Fig. 2 Secvența „analiza sistematică a funcțiilor".

torului de **funcții,** se stabilesc **nivelul de importanță, dimensiunea tehnică și dimensiunea economică** pentru fiecare funcție în parte și se compară unele cu altele, precum și cu datele corespunzătoare unor cuplaje similare și cu cerințele impuse de utilizator. Eliminarea soluțiilor constructive nerentabile și stabilirea deciziei referitor la acest aspect al problemei se fac în dialog cu calculatorul, în final, putîndu-se trece la procesul propriu-zis de proiectare, cu toate calculele practice aferente, nu înainte însă de a analiza optimizarea sistemului mecanic — echipat cu cuplaj elastic — conform [6].

indirect la realizarea valorii de întrebuințare. Pentru aceasta, se întreprind următoarele : se elimină dorințele, se elimină cerințele care nu se referă nemijlocit la funcția principală, se transformă datele cantitative în date calitative ș.a. Se aleg, astfel, cele mai simple funcții auxiliare.

Sigur, și după aceasta, rămîn încă destul de multe variante de cuplaje — adecvate sistemului respectiv de acționare — care se pot, însă, restrînge adoptîndu-se criterii suplimentare, care să asigure realizarea temei de proiectare [2, 5 etc.].

Variantele posibile se pot restrînge, în continuare, prin **analiza sistemică a funcțiilor,** obținîndu-se și eliminarea soluțiilor constructive nerentabile. În acest scop, pe baza **nomencla-**

2. Cu ajutorul algoritmului din figura 1, problema complexă a alegerii tipului de cuplaj pentru un sistem mecanic dat se reduce la depistarea variantei constructive — sau la elaborarea unui nou tip de cuplaj, pe baza utilizării sintezei structural-algebrice — care răspunde integral, sau pe cît posibil maxim, condițiilor impuse de funcționarea sigură și cu o fiabilitate prestabilită a sistemului mecanic de acționare, în care s-a implementat cuplajul respectiv.

*) Funcția sau funcțiile propriu-zise ale cuplajului.

În figura 2, spre exemplificare, s-a dezvoltat secvența **„analiza sistemică a funcțiilor"** pe baza metodei de analiză a valorii.

3. Aparent deosebit de complicată, alegerea cuplajelor pentru un anumit sistem mecanic poate fi rezolzată relativ simplu — prin intermediul calculatoarelor electronice (fig. 1) — dacă se cunosc cerințele impuse cuplajului, respectiv de funcționarea sistemului mecanic — în care este implementat — și a caracteristicilor proprii fiecărui tip de cuplaj.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Drăghici, I. ș.a.:* Kupplungen und ihre Funktionen Strukturell systematisieren. In: Maschinenmarkt, 84, nr. 6, 1978, p. 101—103.

[2] *Drăghici, I. ș.a.:* Calculul și construcția cuplajelor. București, Editura Tehnică, 1978.

[3] *Drăghici, I. ș.a.:* Alegerea tipului de cuplaj pentru un anumit sistem mecanic: In: Noutăți în mecanisme și organe de mașini. Universitatea din Brașov, vol. II, 1978, p. 41—48.

[4] *Drăghici, I. ș.a.:* Algorithmus für die optimale Auswahl der elastischen Kupplungen. In: Buletinul Universității din Brașov, Seria A — Mecanică, vol. XXI-A, 1979, p. 81—88.

[5] *Drăghici, I. ș.a.:* Cum se poate alege cuplajul elastic necesar pentru un anumit sistem de acționare. In: Construcția de mașini, nr. 1, 1981, p. 8—11.

[6] *Drăghici, I., Bejan, C.:* Optimizarea acționărilor mecanice echipate cu cuplaje elastice. In: Lucrările simpozionului „Proiectarea asistată de calculator", Univesitatea din Brașov, vol. II, 1982, p. 275—281.

[7] *Drăghici, I., Bejan, C.:* Auswählen und Optimieren elastischer Kupplungen mit einem Berechnungsverfahren. In: Maschinenmarkt, 88, nr. 16, p. 275—281.

[8] *Pahl, G., Beelich, K.H.:* Erfahrungen mit dem methodischen Konstruieren. In: Werkstatt und Betrieb, nr. 11, nov. 1981, p. 773—840

CZ: 621—233

Determinarea portanței angrenajelor cilindrice cu dantură în evolventă, în procesul de proiectare

Ing. Paul **MIULESCU**, ing. Marius **MACOVEI** — I.C.S.I.T.T. Brașov

Introducere

Capacitatea portantă a apărut odată cu verificările experimentale executate pe standuri asupra danturilor.

Ulterior acest concept a căpătat un suport teoretic fiind legat de garantarea durabilității pentru unul sau mai multe regimuri de solicitare.

Standardul 12268—84 stabilește metoda generală de calcul de rezistență la solicitarea de contact a flancurilor și de încovoiere a dinților pentru angrenajele paralele cilindrice exterioare, cu danturi drepte sau înclinate, în evolventă.

Prin modificarea metodologiei generale a standardului se obțin momentele de torsiune capabile (portante) corespunzătoare gamei turațiilor de utilizare, momente pentru care solicitarea efectivă devine egală cu cea admisibilă.

Determinarea capacității portante pentru solicitarea la oboseală de contact a flancurilor dinților

Relațiile (1) permit determinarea forței F_{tH} și deci a momentului de torsiune, astfel încît să avem solicitarea în limitele admisibile:

$$\left.\begin{aligned} \sigma_H &= Z_H Z_E Z_\varepsilon Z_\beta \cdot \\ &\cdot \sqrt{\frac{F_{tH} K_A K_V K_{H\beta} K_{H\alpha}}{b_W d_1} \cdot \frac{u \pm 1}{u}}\ ; \\ \sigma_{H\,\mathrm{lim}} &= \sigma_{H\,\mathrm{lim}\,b} \cdot Z_L Z_V Z_R Z_W Z_X\ ; \\ \sigma_H &= \frac{\sigma_{H\,\mathrm{lim}}}{S_{HP}}\ , \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

în care:

σ_H — tensiunea efectivă de contact a flancurilor, [MPa];

$\sigma_{H\,\mathrm{lim}}$ ($\sigma_{H\,\mathrm{lim}\,b}$) - rezistența efectivă (rezistența de bază) la oboseală de contact a flancurilor, în [MPa];

Z_H — factorul zonei de contact;

Z_E — factorul de material;

Z_ε — factorul gradului de acoperire;

Z_β — factorul înclinării dintelui;

F_{tH} — forța tangențială pentru calculul solicitării de contact la cercul de divizare, în [N];

K_A — factorul de utilizare;

K_V — factorul dinamic;

$K_{H\beta}$ — factorul repartiției sarcinii pe lățimea danturii;

$K_{H\alpha}$ — factorul repartiției frontale a sarcinii;

b_W — lățimea de lucru a angrenajului, în [mm];

d_1 — diametrul de divizare la pinion, în [mm];

u — raportul numerelor de dinți;

Z_L — factorul materialelor de ungere ;
Z_V — factorul vitezei periferice ;
Z_R — factorul rugozității flancurilor ;
Z_W — factorul raportului durităților flancurilor;
Z_X — factor de dimensiune ;
S_{HP} — factorul de siguranță la solicitarea de contact ;

Determinarea factorilor K_V, $K_{H\beta}$, $K_{H\alpha}$ care sînt la rîndul lor în funcție de $\frac{F_{tH}}{b_W} = F_u$ — — devine dificilă.

Pentru angrenajele cu $\varepsilon_\gamma \leqslant 2$ avem :

$$K_{H\alpha} = \frac{\varepsilon_\gamma}{2}\left[0{,}9 + 0{,}4\frac{C_\gamma(f_{pb_r} - y_p)}{\frac{F_{tH}}{b_W}K_A K_V K_{H\beta}}\right]$$

Sau

$$K_{H\alpha} = \frac{\varepsilon_\gamma}{2}\left(0{,}9 + \frac{E_1}{F_u}\right), \qquad (2)$$

unde : $$E_1 = \frac{0{,}4C_\gamma(f_{pb_r} - y_p)}{K_A K_V K_{H\beta}}.$$

Înlocuind în relația (1) rezultă :

$$\frac{\sigma_{H\,\lim b}\cdot Z_L Z_V Z_R Z_W Z_X}{S_{HP}} = Z_H Z_E Z_\varepsilon Z_\beta \sqrt{R\frac{u\pm1}{u}},$$

de unde se determină valuarea parametrului

$$R = \frac{u}{u\pm1}\left(\frac{\sigma_{H\,\lim b}\cdot Z_L Z_V Z_R Z_W Z_X}{S_{HP} Z_H Z_E Z_\varepsilon Z_\beta}\right)^2 \qquad (3)$$

Dar $R = \frac{F_{tH}}{b_W}\cdot\frac{K_A K_V K_{H\beta} K_{H\alpha}}{d_1}$ așa cum s-a definit mai sus și înlocuind valoarea lui $K_{H\alpha}$ din relația (2) avem :

$$R = \left[K_A K_V K_{H\beta}\frac{\varepsilon_\gamma}{2}(0{,}9F_u + E_1)\right]/d_1 \qquad (4)$$

și deci : $$F_u = \frac{F_{tH}}{b_W} = \frac{1}{0{,}9}\left(\frac{R\cdot d_1}{\frac{\varepsilon_\gamma}{2}K_A K_V K_{H\beta}} - E_1\right)$$

În cazul în care $\varepsilon_\gamma > 2$:

$$K_{H\alpha} = 0{,}9 + 0{,}4\sqrt{\frac{2(\varepsilon_\gamma - 1)}{\varepsilon_\gamma}}\cdot$$

$$\cdot\frac{C_\gamma(f_{pbr} - y_p)}{\frac{F_{tH}}{b_W}K_A K_V K_{H\beta}} = 0{,}9 + \frac{E_2}{F_u}, \qquad (5)$$

unde : $$E_2 = 0{,}4\sqrt{\frac{2(\varepsilon_\gamma - 1)}{\varepsilon_\gamma}}\cdot\frac{C_\gamma(f_{pbr} - y_p)}{\frac{F_{tH}}{b_W}K_A K_V K_{H\beta}},$$

ε_γ — gradul de acoperire total ;
$K_{H\alpha}$ — factorul repartiției frontale a sarcinii ;
C_γ — rigiditatea angrenării, în [N/mm] ;
f_{pbr} — abaterea pasului de bază, în [μm] ;
y_p — efectul rodării asupra abaterii pasului de bază, în [μm] ;

Procedînd în mod analog ca în relația (3) avem :

$$F_u = \frac{F_{tH}}{b_W} = \frac{1}{0{,}9}\left(\frac{Rd_1}{K_A K_V K_{H\beta}} - E_2\right). \qquad (6)$$

Determinarea capacității portante pentru solicitarea dinților la oboseală prin încovoiere

Se utilizează același procedeu rezultînd :

$$\frac{\sigma_{0\,\lim} Y_\delta Y_R Y_X}{S_{Fp}} = \frac{F_{tF}}{b}\cdot$$

$$\frac{K_A K_V K_{F\beta} K_{F\alpha}}{m_n} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon Y_\beta. \qquad (7)$$

Pentru angrenajele cu $\varepsilon_\gamma \leqslant 2$:

$$K_{F\alpha} = \frac{\varepsilon_\gamma}{2}\left(0{,}9 + \frac{E_1}{F_u}\right); \quad F_u = \frac{F_{tF}}{b};$$

$$F_u = \frac{\sigma_{0\lim} Y_\delta Y_R Y_X m_n}{0{,}45\varepsilon_\gamma S_{Fp} K_A K_V K_{F\beta} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon Y_\beta} - \frac{E_1}{0{,}9}, \qquad (8)$$

unde :

$$E_1 = \frac{0{,}4C_\gamma(f_{pbr} - y_p)}{K_A K_V K_{H\beta}};$$

$\sigma_{0\,\lim}$ — rezistența la oboseală la piciorul dintelui;
$K_{F\beta}$ — factorul repartiției sarcinii pe lățimea danturii pentru calculul la piciorul dintelui ;
$K_{F\alpha}$ — factorul repartiției ;
m_n — modulul normal, în [mm] ;
F_{tF} — forța tangențială pentru calculul solicitării la încovoiere, în [N] ;
Y_{Fa} — factorul de formă al dintelui ;
Y_{Sa} — factorul concentratorului de tensiune ;
Y_ε — factorul gradului de acoperire;
Y_β — factorul înclinării dintelui;
Y_δ — factorul de reazem;
Y_R — factorul rugozității racordării dintelui;
Y_X — factorul de dimensiune ;
b — lățimea danturii în [mm];
S_{Fp} — factorul de siguranță la solicitarea piciorului dintelui.

În cazul în care $\varepsilon_\gamma > 2$:

$$K_{F\alpha} = 0{,}9 + \frac{E_2}{F_u}; \quad E_2 = 0{,}4\sqrt{\frac{2(\varepsilon_\gamma - 1)}{\varepsilon_\gamma}}\cdot$$

$$\cdot\frac{C_\gamma(f_{pbr} - y_p)}{K_A K_V K_{H\beta}};$$

$$F_u = \frac{\sigma_{0\,\lim} Y_\delta Y_R Y_X m_n}{0{,}9 S_{Fp} K_A K_V K_{F\beta} Y_{Fa} Y_{Sa} Y_\varepsilon Y_\beta} - \frac{E_2}{0{,}9}. \qquad (9)$$

Relațiile (4), (6), (8) și (9), cu ajutorul cărora este posibilă determinarea forței corespunzătoare lățimii unitare F_u, definesc de fapt ecuații neliniare deoarece K_V, $K_{H\beta}$, $K_{F\beta}$ sînt funcții de același F_u. Pentru rezolvarea acestora se utilizează un procedeu numeric de determinare a minimului unei funcții ce reprezintă variația lui F_u în două situații succesive prin modificarea factorilor K_V, $K_{H\beta}$, $K_{F\beta}$.

Procedura nu se modifică atunci cînd se utilizează alte relații care definesc factorii repartiției între dinți a sarcinii. Fiecărei turații la pinion îi va corespunde o valoare a funcției F_u și deci un moment de torsiune capabil. Utilizarea modelului de proces în scopul determinării factorilor de influență legați de generarea danturii prezintă avantajul urmăririi în detaliu a tehnologiei de fabricație.

Concluzii

Metodologia prezentată pentru determinarea capacității portante, utilizînd STAS 12268—84, permite abordarea problemelor de sinteză la angrenajele cilindrice.

În situația cunoașterii parametrilor fluxului de putere, la proiectarea unei transmisii, găsirea soluției de optim din punct de vedere constructiv și tehnologic este condiționată de utilizarea angrenajelor la portanțe impuse.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Rădulescu, Gh., Miloiu, Gh., Gheorghiu, N., Muntean, C., Vișa, Fl., Ionescu, N., Popovici, Vl., Dobre, G., Rașeev, M.* : Îndrumar de proiectare în construcția de mașini, vol. III. București Editura tehnică, București, 1986.

[2] *Sauer, L., Harovitz, B., Vasu, T., Miloiu, Gh., Thomas, V., Van Saanen, E., Erlicz, I. Chiriacescu, S.* : Angrenaje, vol. I, II. Editura tehnică — București, 1970.

[3] x x x : STAS — 12268—84.

CZ : 629.114.2 : 631.372

Generarea numerică a profilelor spațiale cu aplicații în construcția capotajelor de tractoare

Mat. Dinu **STATE** — C.C.E. — C.I.T.M.A. Brașov
Ing. Cornelia **BEDÖ**, ing. Marius **LUȚESCU**, ing. Mihail **GROVU** — I.C.S.I.T.T. Brașov
Ing. Mircea **BĂLĂ** — Intreprinderea „Tractorul" Brașov

În condițiile creșterii complexității economiei naționale și în special de dezvoltare a industriei construcțiilor de mașini, proiectarea unui produs competitiv pe plan național și mondial necesită o directă colaborare între proiectant și calculator. Dezvoltarea unui instrument matematic, care să vină în ajutorul proiectantului, a devenit o necesitate.

Problemele practice care necesită dezvoltarea unei teorii legate de generarea de suprafețe comportă mai multe aspecte. Există suprafețe care se pot reprezenta algebric sub forma unor ecuații, sau a unui sistem de ecuații (suprafețe pe sfere, cilindru, con etc.), suprafețe care sînt rezultatul deplasării unor curbe avînd ca suport alte curbe (suprafețe rigide), suprafețe care comportă accidente geometrice și care necesită un volum mare de calcul pentru determinarea unor puncte care le aparțin.

Obiectul prezentării de față îl constituie suprafețele riglate, modul lor de generare, etapele necesare în rezolvarea unei astfel de probleme și aplicarea acestei metodologii în construcția capotajelor pentru tractoare.

Proiectantul dispune la un moment dat de un desen al reperului ce trebuie executat, completat cu cotele corespunzătoare. Rezolvarea artizanală a problemei cere timp de execuție, iar finețea în prelucrare lasă întotdeauna de dorit. Reexecutarea aceluiași reper conduce inevitabil la diferențe substanțiale. Pentru a înlătura aceste neajunsuri, se folosesc mașinile-unelte cu comandă numerică **(MUCN)**, capabile să execute un complex de operații, în timp mult mai scurt și cu o precizie mult mai mare. Pentru a construi un profil folosind aportul MUCN, trebuie furnizate mașinii cordonatele punctelor de pe suprafața ce trebuie obținută, o lege prin care se pot genera aceste puncte, precum și comenzile specifice **MUCN** pentru prelucrarea materialului.

Desenul, aflat la dispoziția proiectantului, conține coordonatele profilului date în diverse secțiuni, insuficiente pentru generarea întregii suprafețe.

Există diverse metode matematice pentru determinarea unor curbe să îndeplinească anumite condiții date. Două din metodele existente (aproximarea funcțiilor continue prin polinoame după metoda celor mai mici patrate și aproximarea funcțiilor folosind funcțiile spline) sînt cele mai des utilizate pentru generările de suprafețe.

Utilizînd metoda celor mai mici pătrate pentru determinarea funcției $f(x) = y$, care pe baza unui tabel de date (x_i, y_i) să reprezinte funcția necunoscută exprimată analitic, se ajunge la următoarea formă de aproximare (fig. 1).

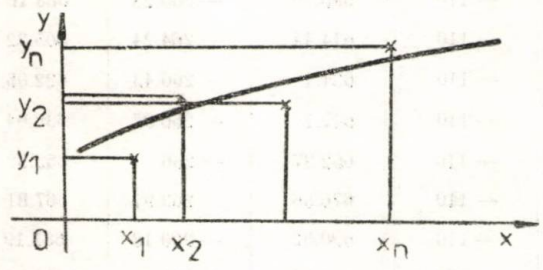


Fig. 1

După cum se observă, metoda nu impune ca funcția $f(x)$ să treacă prin punctele (x_i, y_i).

Se observă că profilul determinat de funcția $f(x)$ este un profil de perspectivă care seamănă foarte mult cu o parabolă.

Pentru a aduce un argument în plus asupra alegerii acestei metode în determinarea suprafețelor capotajelor, trebuie să mai arătăm că **funcțiile spline** asigură continuitatea și derivabilitatea în punctele (x_i, y_i) și deci impune ca funcția determinată să treacă prin aceste puncte [2]. Inconvenientul se observă imediat în figura 2. Suprafețele fiind de perspectivă, denivelările care apar nu sînt conform realității, deci folosirea metodei celor mai mici pătrate se impune.

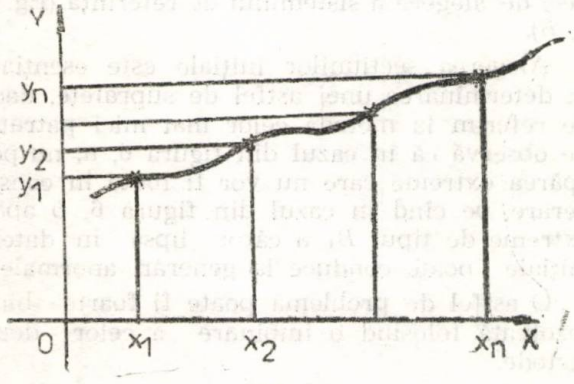


Fig. 2

Aplicație

Avem de generat o suprafață reprezentată în cele trei vederi, în figurile 3, 4 și 5 (planul *XOZ*). În aceste figuri: **0** — linia punctelor A_i; **1** — linia punctelor B_i; **2** — linia punctelor I_i; **3** — linia punctelor C_i; **4** — linia punctelor D_i.

Din figura 3 se observă că suprafața admite o axă de simetrie *OO'*, deci este suficient să determinăm punctele dintr-una din zonele simetrice *A* sau *B*. Pentru determinarea punctelor de pe suprafață dispunem de datele din desenul reperului — reprodus în figura 4 — și

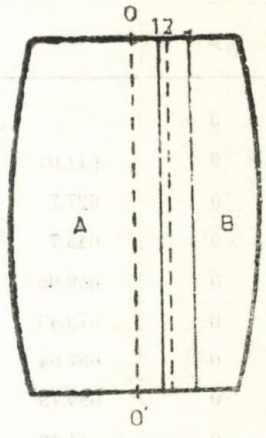


Fig. 3

trecute în tabelul 1. Datele sînt furnizate pe secțiuni transversale.

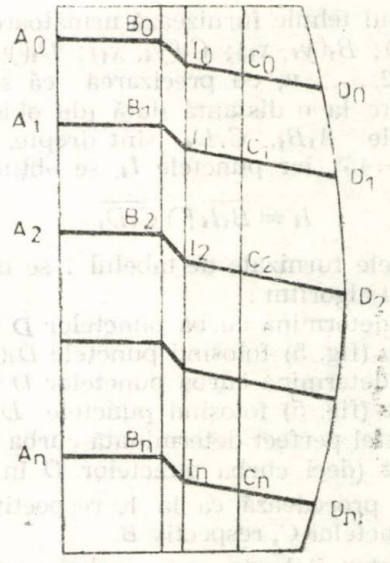


Fig. 4

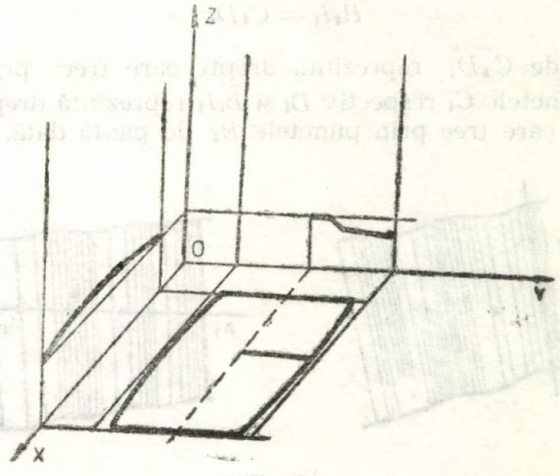


Fig. 5

Tabelul 1

x	A		B		C		D	
	y	z	y	z	y	z	y	z
100	0		— 100		— 110	593.19	— 260.23	588.16
200	0	611.01	— 100	611.01	— 110	614.44	— 264.24	605.32
300	0	627.7	— 100	6277	— 110	631.1	— 266.43	622.05
400	0	643.7	— 100	643.7	— 110	647.1	— 266.97	638.04
500	0	658.96	— 100	658.96	— 110	662.37	— 266	653.32
600	0	673.43	— 100	673.43	— 110	676.86	— 263.91	667.81
700	0	687.04	— 100	687.04	— 110	690.52	— 260.18	681.19
800	0	699.75	— 100	699.75	— 110	703.28	— 255.6	694.26
900	0	711.48	— 100	711.48	— 110	715.08	— 250.11	706.8
1000	0	722.18	— 100	722.18	— 110	725.86	— 243.87	716.89
1100	0	731.79	— 100	731.79	— 110	735.57	— 236.92	726.62

Desenul tehnic furnizează următoarele date: $A_i(Y_i, z_i)$; $B_i(y_i, x_i)$; $C_i(y_i, x_i)$; $D_i(y_i, z_i)$, cu $i=0, 1, 2, \ldots, n$, cu precizarea că secțiunile sînt făcute la o distanță dată (de obicei 100), iar curbele A_iB_i, C_iD_i sînt drepte, unghiurile $\beta_i = 45°$, iar punctele I_i se obțin :

$$I_i = \overline{B_iI_i} \cap \overline{C_iD_i}$$

Cu datele furnizate de tabelul 1 se utilizează următorul algoritm :

1. Se determină curba punctelor D din proiecția xoy (fig. 5) folosind punctele $D_i(x_i, y_i)$.

2. Se determină curba punctelor D din proiecția yoz (fig. 5) folosind punctele $D_i(z_i, y_i)$. Avem astfel perfect determinată curba din proiecția xoz (deci curba punctelor D în spațiu).

3. Se procedează ca la 1, respectiv 2 cu curba punctelor C, respectiv B.

4. Pentru determinarea curbei punctelor I se rezolvă ecuațiile :

$$\overline{B_iI_i} = \overline{C_iD_i}$$

unde $\overline{C_iD_i}$ reprezintă drepte care trec prin punctele C_i respectiv D_i și $\overline{B_iI_i}$ reprezintă drepte care trec prin punctele B_i de pantă dată.

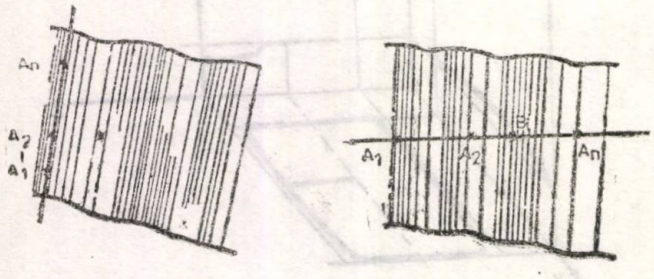


Fig. 6

Curbele astfel determinate permit aflarea oricărui punct de pe suprafața cerută.

Soluția este suficientă deoarece *MUCN* pot rezolva probleme de interpolări liniare, deci în momentul în care se cunosc punctele A_i, B_i, I_i, D_i se pot construi dreptele $\overline{A_iB_i}$, $\overline{B_iI_i}$, $\overline{I_iD_i}$, iar suprafața rezultă ca urmare a îndesirii secțiunilor.

Aplicația scoate în evidență un alt aspect al problemelor de generare a suprafețelor și anume acela de alegere a secțiunilor inițiale, deci de alegere a sistemului de referință (fig. 6, *a*, *b*).

Alegerea secțiunilor inițiale este esențială în determinarea unei astfel de suprafețe, dacă ne referim la metoda celor mai mici patrate. Se observă că în cazul din figura 6, *a*, nu pot apărea extreme care nu vor fi luate în considerare, pe cînd în cazul din figura 6, *b* apar extreme de tipul B_i a căror lipsă în datele inițiale poate conduce la generări anormale.

O astfel de problemă poate fi foarte bine rezolvată folosind o îmbinare a celor două metode.

Concluzii

Problema generării suprafețelor spațiale permite găsirea unor generalizări, soluția găsită de autori fiind particulară, avînd aplicații directe în construcția capotajelor de tractoare.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Dumitrescu, St. ș.a.* : Aplicații inginerești ale calculatoarelor cu exemple din industria petrolieră și petrochimică, București, Editura didactică și pedagogică, 1980.

[2] *Micula, Gh.* : Funcții spline și aplicații. București, Editura tehnică, 1978.

CZ : 621-59

Cercetări experimentale privind influența configurației canalelor de evacuare a uleiului și a prelucrării suprafeței de fricțiune asupra coeficientului de frecare cinetic, la segmenții frînelor cu bandă cu funcționare în ulei

Dr. ing. Nicolae **PETRESCU**, ing. Barbu **POPESCU**, ing. Alexandru **GALEȘANU**, sing. Alexandru **POP** — I.C.S.I.T.T. Brașov

Generalități

Pentru proiectarea frînei cu bandă cu funcționare în ulei este necesar să se cunoască următoarele date preliminare :

— **domeniul vitezelor periferice ;**

— **domeniul presiunilor specifice ;**

— **domeniul de temperaturi ;**

— **coeficientul de frecare cinetic minim,** necesar pentru proiectarea frînei cu bandă ;

— **materialul** și **rugozitatea** tamburului frînei ;

— **tipul uleiului** și **vîscozitatea** acestuia.

În general, aceste caracteristici constructive sînt necesare pentru o alegere corectă a materialului de fricțiune nefiind suficiente pentru obținerea unor proprietăți de fricțiune, optime pentru materialul de fricțiune ales, fiind cunoscut că o influență majoră asupra variației coeficientului de frecare cinetică o au forma și dimensiunile canalelor de evacuare a uleiului și calitatea suprafeței materialului de fricțiune.

Prezenta lucrare urmărește să prezinte cîteva rezultate experimentale privind influența formei și dimensiunilor canalelor de evacuare a uleiului, precum și a prelucrării suprafeței materialului de fricțiune asupra variației coeficientului de frecare cinetic funcție de viteza periferică.

În lucrare s-a notat cu :

μ_c — coeficientul de frecare cinetic;
V_p — viteză periferică ;
P_s — presiunea specifică ;
T_u — temperatura uleiului din carterul tubometrului.

Influența rețelei de canalizare asupra coeficientului de frecare cinetic

Alegerea unei anumite configurații, precum și a dimensiunilor canalelor de evacuare a uleiului sînt probleme asupra cărora o influență hotărîtoare o are tehnologia prin care acestea pot fi executate în condițiile unei fabricații de serie.

Din acest punct de vedere materialele de fricțiune, cu funcționare în ulei, se împart în două categorii :

a) materiale la care rețeaua de canalizație se execută prin presare (materialele de fricțiune pe bază de componențe carbonice) ;

b) materiale la care rețeaua de canalizație se execută prin prelucrări mecanice (materialele organice și materialele sinterizate).

Materialele de fricțiune la care rețelele de canalizație sînt obținute prin presare prezintă avantajul că pot fi prevăzute practic cu orice tip de rețea de canalizație ; în figura 1 sînt prezentate, pentru exemplificare, trei rețele de canalizație, testate pentru același material de fricțiune pe bază de componente carbonice.

Pentru rețelele de canalizație din figura 1, sînt prezentate în figura 2 diagramele de variație a coeficientului de frecare cinetic μ_c în funcție de viteza periferică V_p.

Presupunînd că domeniul de viteze periferice al tamburului de frînă este $V_p = 0—20$ m/s,, este indicat ca dintre cele trei rețele de canalizație testate, pentru același material de fricțiune, să fie utilizată rețeaua de canalizație tip **profil de anvelopă,** deoarece aceasta asigură valori superioare pentru μ_c, în domeniul $V_p = 4—25$ m/s.

Pentru segmenții de fricțiune ce se montează pe banda metalică a frînei, în cazul în care canalele de evacuare a uleiului se execută prin așchiere, este necesar ca poziția canalelor, numărul și lățimea acestora să fie astfel alese, încît să nu necesite un volum de manoperă inacceptabil, în condițiile unei fabricații de serie ; de asemenea, canalele să nu constituie o amorsă de rupere a materialului de fricțiune.

Au fost testate eșantioane, cu dimensiunile 87 x 40 mm, cu cinci tipuri de rețele de canalizație, precum și un eșantion fără rețele de

canalizație, variația lui $\mu_c = f(V_p)$ fiind prezentată în figurile 3—6.

se obțin în cazul în care eșantionul are cinci canale orizontale cu lățimea de 3 mm, sau în

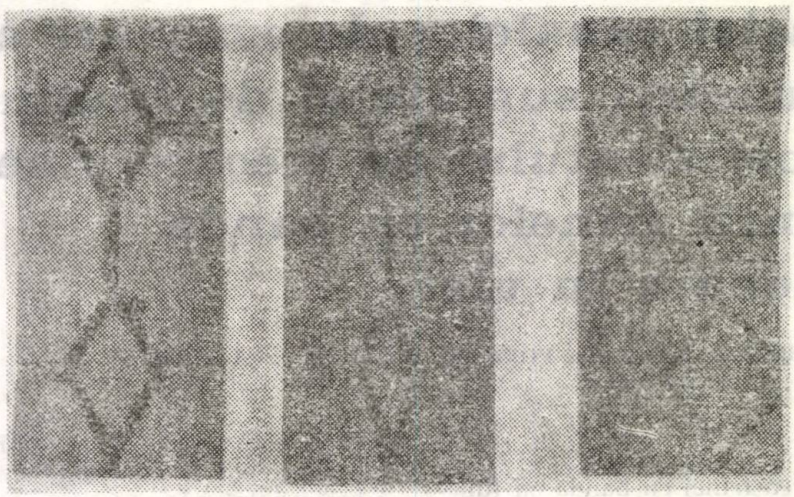


Fig. 1 Rețele de canalizație, la materialele de frictiune, pe bază de componente carbonice :
a — rețea de canalizație cu romburi (unghiul ascuțit de 60°), combinată cu canale orizontale și verticale ; b — canalizație cu romburi (unghiul ascuțit de 30°), combinată cu canale orizontale și verticale ; c — canalizație tip *profil de anvelopă*.

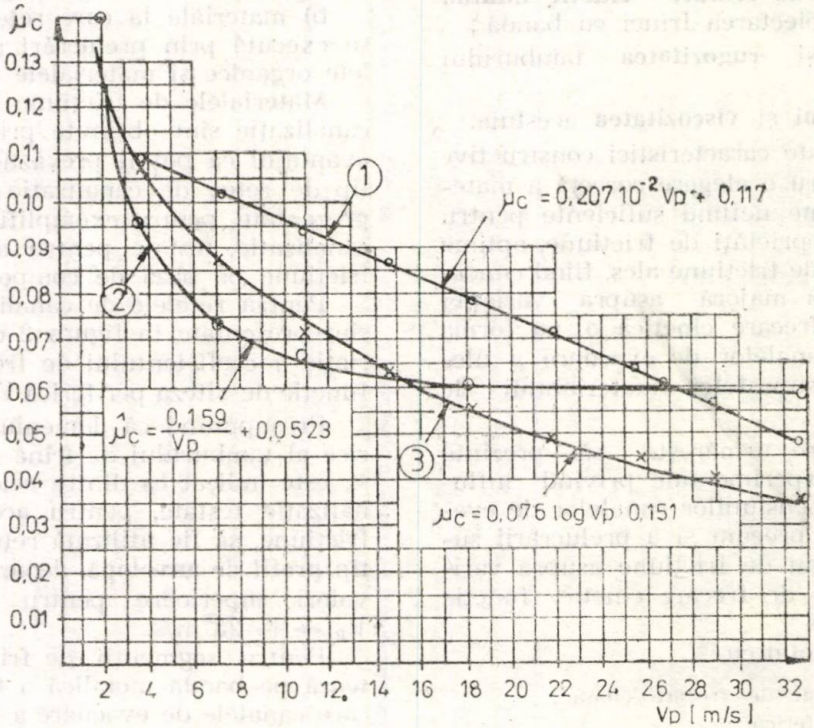
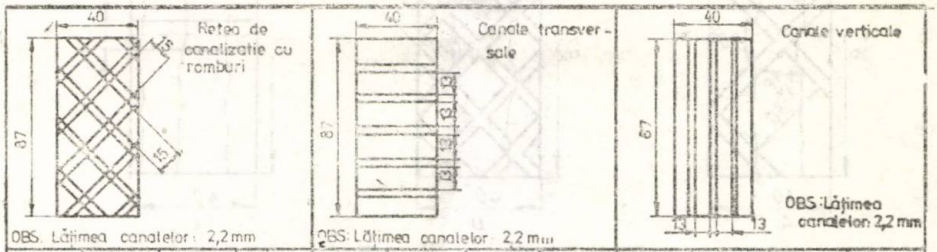


Fig. 2 Variația coeficientului de frecare cinetic μ_c în funcție de tipul rețelei de canalizație material de frictiune (grafit sinterizat) :
1 — canalizație tip *profil de anvelopă* (P_s = 9692 MPa) ; 2 — canalizație cu romburi, unghiul ascuțit al rombului de 60° (P_s = 0,588 MPa) ; 3 — canalizație cu romburi, unghiul ascuțit al rombului de 30° (P_s = 0,588 MPa).

Încercările efectuate au evidențiat faptul că cele mai bune proprietăți de frictiune — pentru același tip de material de frictiune — situația în care aceeași dimensiune de eșantion are un singur canal orizontal dar cu lățimea 15 mm (curba *E* din fig. 5.)

Soluția unei benzi de frînă cu segmenți de frînă cu un singur canal orizontal, cu lățimea de 15 mm, este cea mai avantajoasă atît din punct de vedere al proprietăților de frictiune, cît și al tehnologiei de execuție, avînd însă dezavantajul că existența canalului orizontal constituie o amorsă de rupere.



Vp [m/s]	Tu [°C]	Ps [MPa]	μc	Vp [m/s]	Tu [°C]	Ps [MPa]	μc	Vp [m/s]	Tu [°C]	Ps [MPa]	μc
3,623	57	1,24	0,0295	3,623	58	1,24	0,0309	3,623	53	1,24	0,0281
5,435	56	1,24	0,0224	5,435	—	—	—	5,435	53	1,24	0,0174
7,247	55	1,24	0,0175	7,247	58	1,24	0,02555	7,247	53	1,24	0,01658
9,06	55	1,24	0,0163	9,06	57	1,24	0,0224	9,06	53	1,24	0,0165

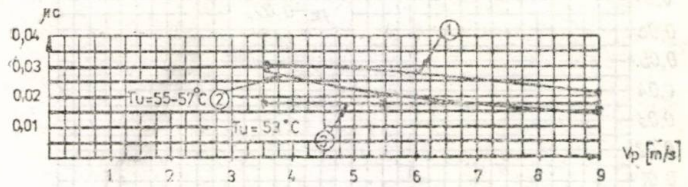


Fig. 3 Variația coeficientului de frecare cinetic în funcție de viteza periferică (material de fricțiune bronz sinterizat):
1 — canale transversale; 2 — rețea de canalizație cu romburi; 3 — canale verticale.

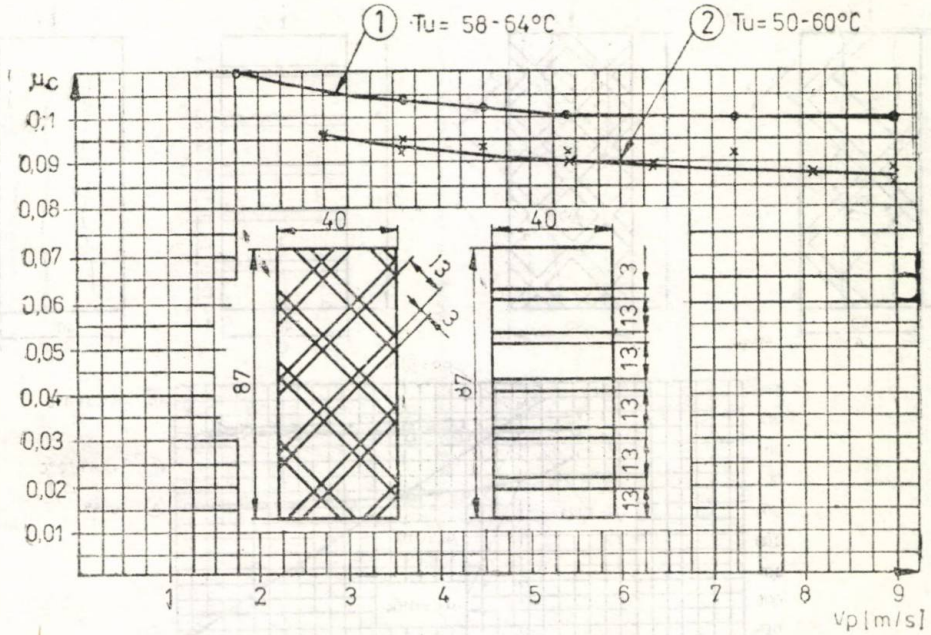


Fig. 4 Variația coeficientului de frecare cinetic (material de fricțiune — material organic import):
1 — eșantion cu cinci canale orizontale; 2 — eșantion cu canalizație sub formă de romburi;
$P_s = 1{,}24$ MPa

Acest dezavantaj se poate elimina prin montarea pe banda frînei a unor segmenți din material de fricțiune cu dimensiunile 36 x 80 mm,

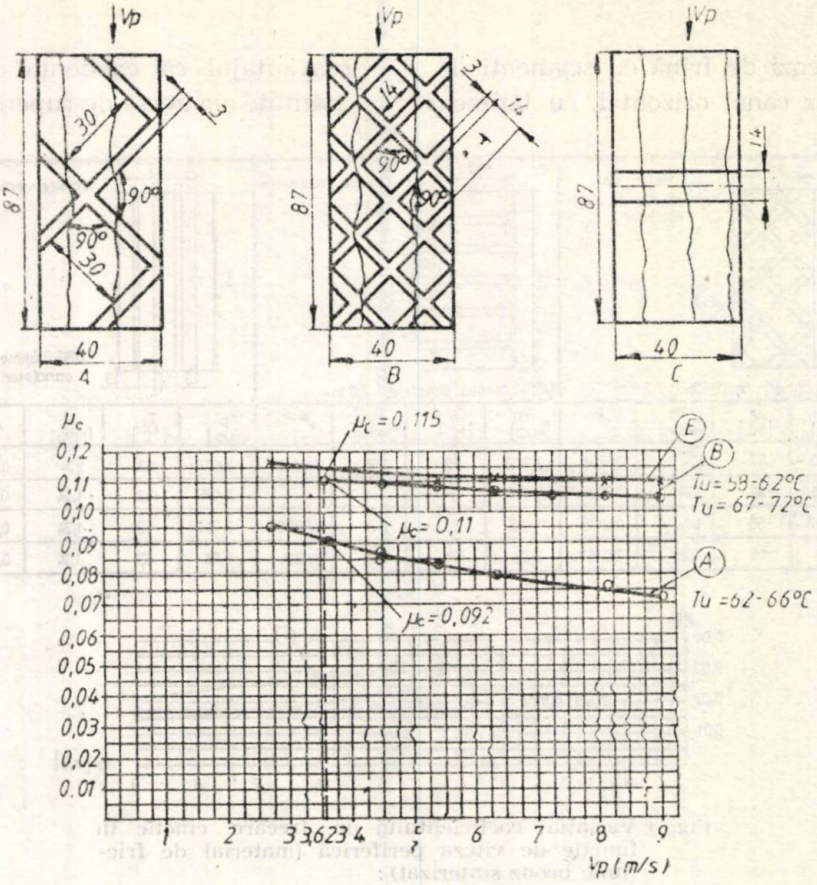


Fig 5 Variaţia coeficientului de frecare cinetic (material de fricţiune: lemn, stejar): $P_s = 1{,}24$ MPa.

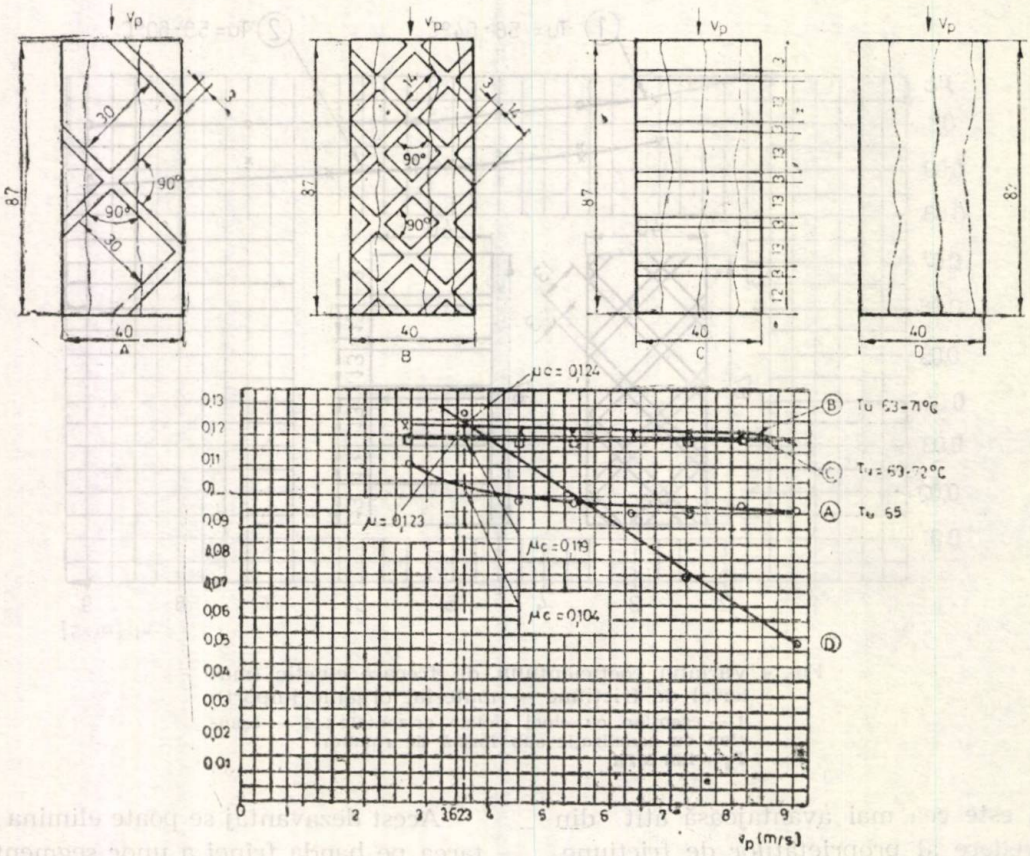


Fig. 6 Variaţia coeficientului de frecare cinetic (material de fricţiune: lemn carpen): $P_s = 1{,}24$ MPa.

fără canale (în locul segmenţilor cu dimensiunile 87 x 80 mm folosiţi pentru exemplificare) distanţaţi unul faţă de celălalt cu 15 mm.

Influenţa prelucrării suprafeţei de fricţiune asupra coeficientului de frecare cinetic

Cercetările experimentale au evidenţiat faptul că la materialele de fricţiune (pe bază de componente carbonice), care se obţin prin acoperirea unui suport metalic curb cu umplutură de fricţiune, printr-o tehnologie de presare, necesită după presare o operaţie de rectificare (la raza de curbură impusă) pentru a se putea asigura :

— muchii active canalelor de evacuare a uleiului care nu se pot obţine direct prin presare ;

— o grosime constantă a umpluturii de fricţiune, pe toată suprafaţa segmentului de frînă.

În figura 7 este prezentată variaţia coeficientului de frecare μ_c în funcţie de V_p, pentru un eşantion de material de fricţiune, pe bază de componente carbonice, înainte şi după rectificare.

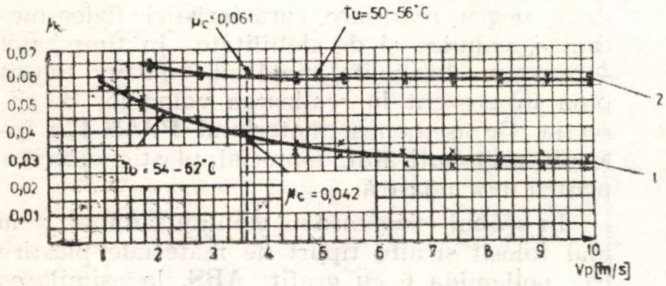


Fig. 7 Variaţia coeficientului de frecare cinetic:
1 — eşantion 1 nerectificat ; 2 — eşantion după o rectificare pe o adîncime de 0,9 mm : P_s = 1,24 MPa.

Concluzii

O determinare prealabilă exactă a coeficientului de frecare cinetic, al materialelor de fricţiune cu funcţionare în ulei este greu de realizat datorită multitudinii factorilor care îl influenţează.

Prin testarea însă a mai multor combinaţii uzuale de forme şi dimensiuni de canale, pot fi găsite soluţii individuale pentru fiecare aplicaţie în parte.

CZ : 679.5

Extinderea utilizării maselor plastice în construcţia de tractoare

Ing. Jenița **GUJA** — I.C.S.I.T.T. Braşov

Extinderea utilizării maselor plastice în industria constructoare de tractoare a urmărit înlocuirea unor materiale deficitare şi energointensive cum ar fi : aluminiul, aliajele din aluminiu, oţelul laminat etc.

Literatura de specialitate prezintă o serie de date comparative privind consumurile energetice pentru diferite materiale. Se evidenţiază, de exemplu, diferenţa considerabilă dintre consumurile energetice utilizate la obţinerea a 1 m^3 de aluminiu şi a 1 m^3 de polipropilenă. Datele sînt prezentate în tabelul 1 [1, 2].

Utilizarea materialelor plastice ca înlocuitori ai materialelor conferă şi alte avantaje : reducerea greutăţii produsului reducerea preţului de cost, o mai mare supleţe în concepţie, rezistenţă la coroziune, rezistenţă la şoc.

Printre polimerii utilizaţi cu succes la înlocuirea metalelor în industria constructoare de autovehicule, un loc important îl ocupă poliolefinele — **PEJD, PEID, PP** modificată cu elastomeri de tipul **EPR** (eilenă — polipropilenă), EDPM (etilenă-propilenă-dienă) şi bloc-copolimeri-stirenbutadienă *).

Tabelul 1

Materialul	TPE *)
Aluminiu	16,8
Cupru lingou	11,8
Oţel lingou	8,0
Polietilenă de joasă densitate	1,5
Polietilenă de înaltă densitate	1,8
Polipropilenă	1,5
Poliamidă	4-6,15

*) *TPE* — tone petrol echivalent

*) *PEJD* – polietilenă de joasă densitate ; *PEID* — polietilenă de înaltă densitate ; *PP* — polipropilenă ; *PPAS-1T* — polipropilenă rezistentă la şoc şi temperatură ; *PPAS-1* — polipropilenă rezistentă la şoc ; *ABS* — copolimer acrilonitril-butadien-stirenic.

Considerăm însă că cele mai interesante — atît din punct de vedere al proprietăților cît și din punct de vedere al disponibilului de materii prime de producție românească — sînt amestecurile de **PP** cu **EPDM** a căror producție se realizează la Combinatul Petrochimic Teleajen.

Lucrarea de față vizează utilizarea în construcția de tractoare a **PP** modificate cu **EPDM**, material asimilat de ICECHIM București sub simbolul de **PPAS-1T**. Materialul **PPAS-1T** asimilat în cursul anului 1984 conferă proprietăți mult îmbunătățite față de materialele componente de bază (polipropilena și elastomerul) și anume : modul de elasticitate mare (min 600 MPa), temperatură de topire ridicată (+130°C), temperatură de vitrifiere coborîtă (—58°C), stabilitate foarte bună la degradarea termică și termo-oxidativă, aspect corespunzător.

Datorită acestor proprietăți, materialul **PPAS-1T**, poate fi utilizat în toate tipurile de climat existente pe glob (cald-umed, cald-uscat și rece), cu grad de expunere maxim.

Inițial, materialul **PPAS-1T** s-a folosit la înlocuirea profilelor din aliaje de aluminiu, utilizate la fixarea geamurilor pe cabinele și posturile de conducere ce echipează tractoarele modernizate de 85—100 CP și 45—70 CP.

Profilele din **PPAS-1T**, lansate în fabricația de serie a tractoarelor modernizate în cursul acestui an, permit montarea geamurilor auto, securizate și duplex.

Profilele din **PPAS-1T**, sînt de culoare negru mat, permit prelucrarea (tăiere, găurire etc.) pe utilajele existente, asigură etanșarea fără utilizarea adezivilor, permit îmbinarea capetelor prin sudură cu aer cald, cu și fără electrod de material.

Soluția prezentată înlocuiește și soluția de fixare a geamurilor cu cheder din cauciuc (celular sau compact) datorită — în principal — stabilității foarte bune la degradare termică și termooxidativă în timp (sub influența factorilor climatici) și aspectului net superior.

Un alt sort de material pe bază de polipropilenă modificată cu elastomer, folosit în construcția de tractoare, este **PPAS-1**, material utilizat la realizarea volanelor de direcție, care echipează tractoarele modernizate de 85—100 CP și 45—70 CP. Materialul este de culoare negru mat, are caracteristici fizico-mecanice, chimice și de stabilitate în timp net superioare bachelitei-material plastic folosit pînă în prezent la realizarea volanelor de direcție. De asemenea, materialul **PPAS-1** a înlocuit acetobutiratul, material plastic deficitar pentru țara noastră.

În scopul economisirii oțelului laminat, s-au mai folosit și alte tipuri de materiale plastice ca : poliamida 6 cu grafit, **ABS**, la asimilarea unor repere ce intră în componența tractoarelor. Astfel, sînt în curs de omologare manetele pentru comenzile ridicătorului hidraulic de la tractoarele 85—100 CP și 45—70 CP și instalația de încălzire și ventilație de la tractoarele de 65 CP modernizate. Utilizarea acestor materiale (poliamida 6 cu grafit, **ABS**) este limitată și fără tendință de dezvoltare.

Apariția termoplastelor modificate cu elastomer permit o extindere mai substanțială a domeniului de utilizare a materialelor plastice în construcția de tractoare.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x : The Economist, 3 nov., 1979.
[2] x x x : Kunststoffberater, nr. 7/1978.

CZ : 629.114.2 : 631.372

Simularea vibrațiilor scaunului tractorului U 1010 pe standul de încercare

Ing. Florin **CONSTANTIN**, dr. ing. Mircea **MUNTEANU** — Universitatea Brașov
Ing. Horia **LAZĂR**, ing. Georgeta **PÂRLEA**, ing. Silvia **BĂDRĂGAN** — I.C.S.I.T.T. Brașov

În cadrul încercărilor la care este supus scaunul tractorului, un loc important îl ocupă încercarea pe hidropuls, în vederea stabilirii calităților elastice și de amortizare ale suspensiei și a confortabilității scaunului. În acest scop, scaunul tractorului U 1010, dotat cu o nouă suspensie hidropneumatică, a fost montat pe hidropuls și supus unei excitații aleatorii timp de 28 secunde, corespunzătoare normelor internaționale ISO. Pe scaun a fost așezat un sac de nisip de 65 kg. Accelerațiile scaunului și platformei au fost înregistrate pe hîrtie fotosensibilă prin intermediul a două traductoare de accelerații, tip B 12/200 Hottinger, montate sub perna scaunului și pe platforma excitatoare (fig. 1). Accelerogramele au fost discretizate cu un pas de 0,03 secunde, obținîndu-se două serii de cîte 934 valori, pentru excitația și răspunsul scaunului.

Aceste date s-au prelucrat pe calculatorul FELIX C-256 al Universității din Brașov, utilizînd un program [2] de mare putere (aprox. 120 K.O.) de analiză statistică multidimensională. Programul prelucrează în timp și în

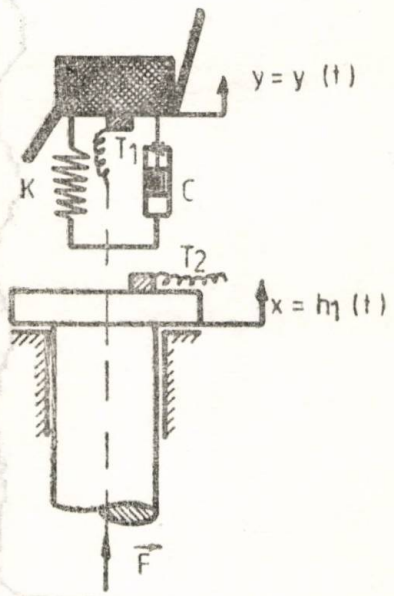


Fig. 1

frecvență datele experimentale și trasează graficele funcțiilor de autocovariantă, intercovariantă și densităților spectrale de putere, funcția de coerență și funcția de transfer a excitației și răspunsul scaunului, în domeniul de frecvențe 0 ... 16,667 Hz, care prezintă interes pentru suspensia tractorului.

În figura 2 s-a trasat **densitatea spectrală de putere** a răspunsului scaunului. Se observă un maxim de numai 0,281 $(m/s^2)^2/Hz$ în dreptul frecvenței de 3 Hz, față de 0,561 $(m/s^2)^2/Hz$ cît are platforma la aceeași frecvență. Maximul funcției de transfer de 1,256 apare în dreptul frecvenței proprii a scaunului de 1,83 Hz.

Cunoscînd densitatea spectrală de putere $G(\omega)$, pe baza relației :

$$a_{RMS} = \sqrt{2\pi \cdot \Delta f \cdot G(\omega)}, \qquad (1)$$

s-a trasat, in figura 5, curba de confort a scaunului, obținută experimental (Δf=0,167 Hz).

În scopul efectuării unor comparații între rezultatele experimentale și cele teoretice, al identificării parametrilor dinamici ai modelului adoptat și al ridicării curbelor teoretice de confort al scaunului, s-a întocmit un program de calculator, în limbaj FORTRAN, pentru simularea vibrațiilor scaunului montat pe hidropuls. S-a reușit ca excitația $h(t)$ a modelului dinamic din figura 1, să fie introdusă pe calculator, prin cele 700 de puncte, din 0,04 în 0,04 secunde, impuse de **normele internaționale ISO** [3]. Prelucrarea răspunsului scaunului s-a efectuat prin cuplarea programului care execută integrarea numerică a ecuațiilor diferențiale ale mișcării prin metoda **RUNGE-KUTTA**, cu programul de analiză în frecvență **BMDo** —

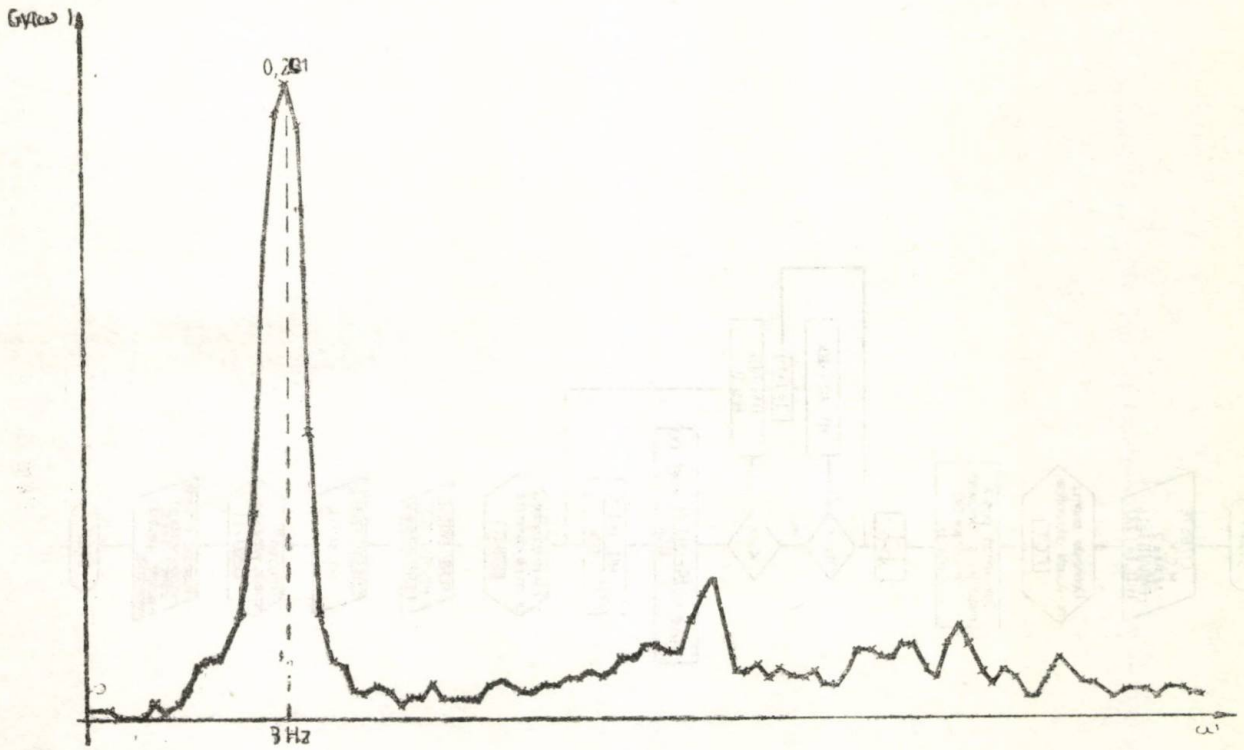


Fig. 2

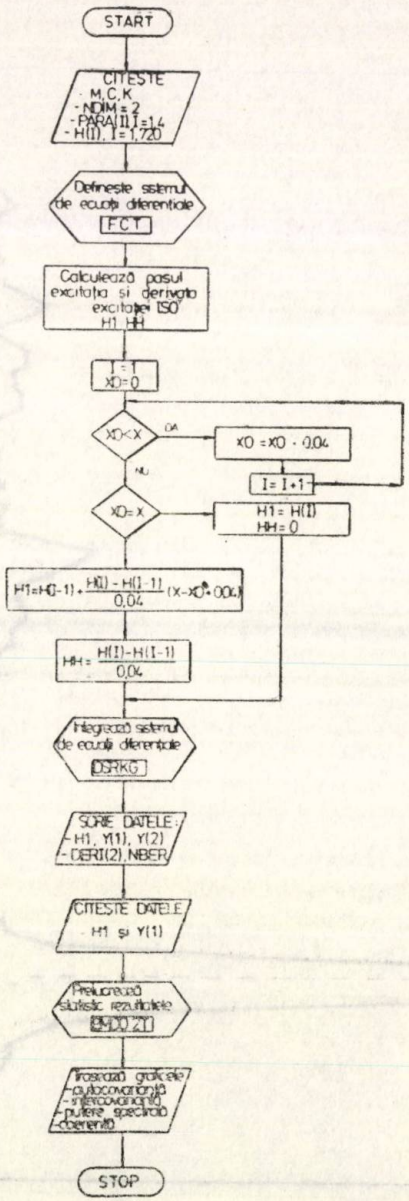

START
CITESTE
M, C, K
- NDIM = 2
- PARAM[1] = 1,4
- H(I), I = 1,720
Definește sistemul de ecuații diferențiale
FCT
Calculează pasul excitația și derivata excitației ISO
H1, HH
I = 1
XO = 0
XO<X
DA
XO = XO + 0,04
NU
I = I + 1
XO = X
H1 = H(I)
HH = 0
H1=H(I-1) + H(I) - H(I-1) / 0,04 (X-XO+0,04)
HH = H(I) - H(I-1) / 0,04
Integrează sistemul de ecuații diferențiale
DSRKG
SCRIE DATELE:
- H1, Y(1), Y(2)
- DERI(2), NBER
CITEȘTE DATELE
- H1 și Y(1)
Prelucrează statistic rezultatele
BMDP2T
Trasează graficele
- autocorelația
- intercorelația
- densitatea spectrală
- coerența
STOP

Fig. 3

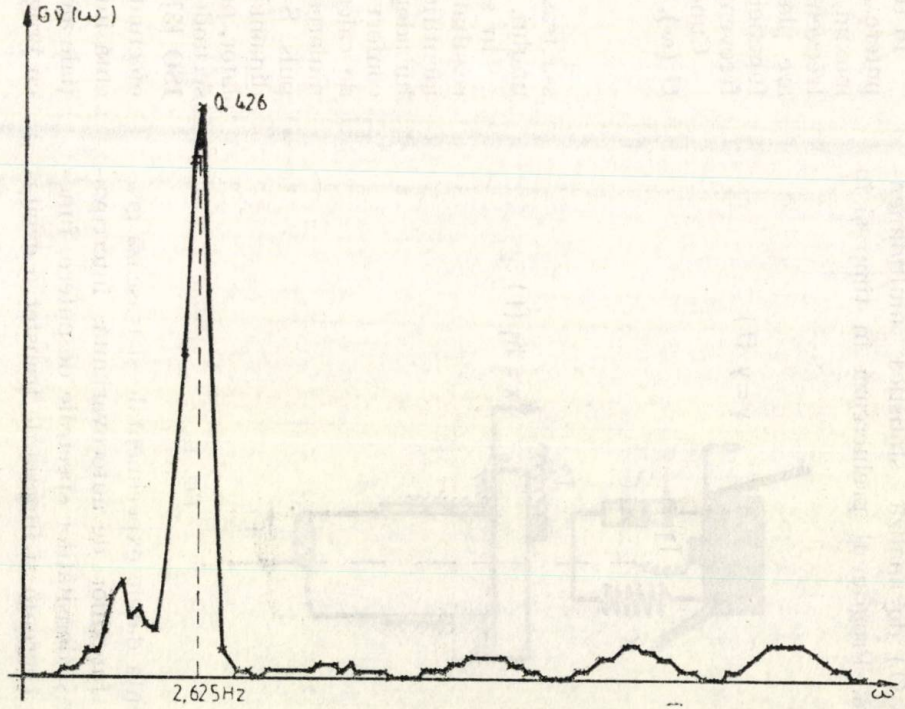

Gy(ω)
0,426
2,625Hz
ω

Fig. 4

2T. Schema logică a programului de integrare numerică și analiză în frecvență a răspunsului scaunului este prezentată în figura 3.

Ecuația diferențială a mișcării masei suspendate a scaunului s-a transformat într-un sistem de două ecuații de ordinul I, cu următoarele notații :

$$DERI\ (2) = -\ (C/M)\ Y\ (2) - (K/M)\ Y\ (1) + (K/M)\ H1 + (C/M)\ HH\ ; \quad (2)$$

$$DERI\ (1) = Y\ (2),$$

unde :

$$\left.\begin{aligned} Y\ (1) &= y\ ;\ DERI\ (1) = \dot{y}\ ;\quad h_1\ (t) = H_1\ ; \\ Y\ (2) &= \dot{y}\ ;\ DERI\ (2) = \ddot{y}\ ;\quad h_1\ (t) = HH \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Curba teoretică a densității spectrale de putere a accelerațiilor scaunului obținută pe calculator este trasată în figura 4. Se observă un maxim de 0,426 $(m/s^2)^2/Hz$ în dreptul frecvenței de 2,625 Hz.

În baza relației (1) pentru $\Delta f = 0{,}125$ Hz, s-a trasat în figura 5, și curba teoretică de confort a scaunului. Astfel pentru un coeficient de amortizare $c = 0{,}425$ K.N.s/m și un coeficient de elasticitate $k = 6{,}2$ KN/m, se constată o corespondență între rezultatele teoretice și cele obținute experimental.

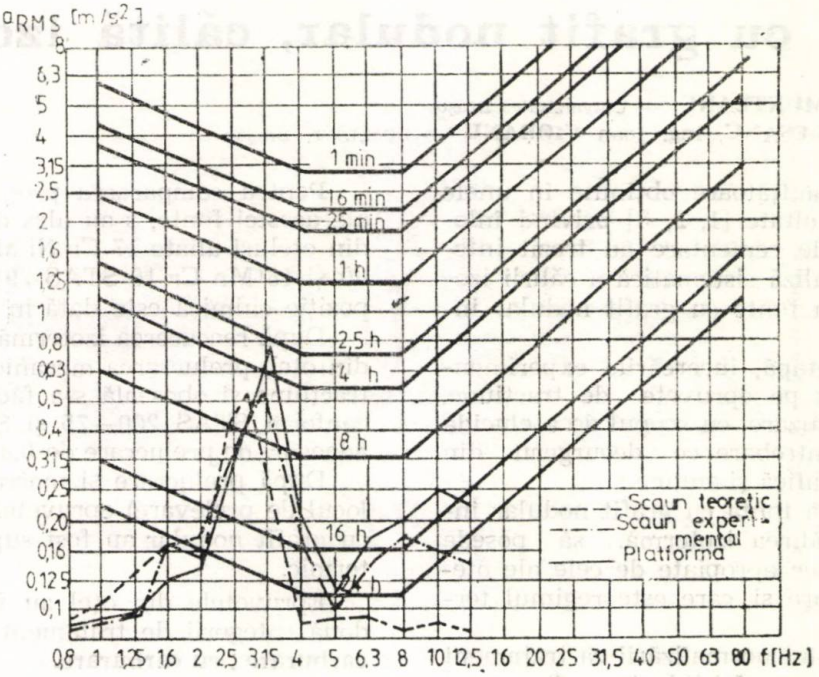


Fig. 5

BIBLIOGRAFIE

[1] *Constantin, Fl.* : L'analyse spectrale et de corrélation de l'excitation et la réponse du siège du tracteur, A V-a Conferință națională de automobile, tractoare și mașini agricole. Brașov, 1985.

[2] x x x : Autocovariance and power spectral analysis, BMDo-2T, Universitatea din California, S.U.A., 1972.

[3] x x x ; ISO/DIS-5007 — Tracteurs agricole à roues-Siège du conducteur.

CZ : 669.131.622

Cercetări privind înlocuirea oțelurilor slab aliate de cementare cu fontă cu grafit nodular, călită izoterm

Dr. ing. Alexandru **MUNTEANU** — Universitatea Brașov
Ing. Alexandru **GĂLEȘANU**, ing. Ioan **CIOBANU** — I.C.S.I.T.T. Brașov

Rezultatele promițătoare obținute în unele țări puternic dezvoltate [1, 2, 3] privind înlocuirea oțelurilor de cementare au trezit interesul pentru o analiză sistematică a călirii izoterme efectuate cu fonte cu grafit nodular indigene.

Într-o primă etapă, încercările experimentale s-au executat pe epruvete de tracțiune, de oboseală, și de uzare, cu scopul de a elucida unele semne de întrebare ce decurgeau din cercetarea bibliografică și anume :

— Este capabilă fonta cu grafit nodular indigenă ca, prin călirea izotermă, să posede proprietăți mecanice apropiate de cele ale oțelurilor de cementare și, care este regimul termic adecvat ?

— Care este rolul normalizării ca tratament termic aplicat înaintea călirii izoterme ?

— Care este influența structurii de turnare asupra proprietăților mecanice ale fontelor cu grafit nodular ?

Pentru a obține răspunsul la aceste întrebări s-a trecut la elaborarea și turnarea prin procedeul **Sandwich** a 12 semifabricate $\varnothing 85 \times 260$ din fontă aliată, cu grafit nodular, cu compoziție chimică apropiată de cea a fontelor elaborate în străinătate și destinate obținerii, prin călire izotermă, a sortimentului de fontă ce se utilizează în prezent în construcția angrenajelor (tab. 1).

Analiza metalografică a structurii de turnare a arătat că pe secțiunea semifabricatului apar diferențe în privința mărimii, a distribuției și a compactității grafitului. Duritatea pe secțiunea semifabricatului a fost cuprinsă între 260 ... 285 HB.

Pentru compararea proprietăților mecanice ale acestei fonte, s-au ales două bare laminate din oțeluri aliate 17 Cr Ni Mo 6 STAS 11512—80 și 18 Mn Cr 10 STAS 791—80 a căror compoziție chimică este dată în tabelul 1.

După recoacerea izotermă a semifabricatelor din oțel, prelucrarea mecanică a epruvetelor de tracțiune și oboseală s-a făcut la dimensiunile conform STAS 200—75 și STAS 1361—82, cu adaosuri de prelucrare de 0,8 mm.

După prelucrare și marcare (în funcție de locul de prelevare) epruvetele din oțel și fontă cu grafit nodular au fost supuse tratamentului termic.

Epruvetele din oțel au fost împărțite în două categorii de tratament și anume : **fără carburare ; cu carburare.**

Epruvetle din fontă au fost împărțite și ele în două loturi de tratament : **călire izotermă** ; — **normalizare + călire izotermă.**

În figura 1 se prezintă ciclurile de călire a epruvetelor din fontă.

Pentru evitarea deformării, epruvetele de tracțiune și oboseală au fost încălzite și călite izoterm în dispozitive.

Variația volumului specific (fig. 2) al fontei, în urma călirii izoterme, este relativ mică și comparabilă cu valorile indicate în lucrarea [1].

Se poate constata o mărire uniformă de volum în toate cazurile, variația dimensiunilor fiind mai mare pentru lotul II.

Analiza metalografică, după călire izotermă, a urmărit aspectul masei metalice, forma și distribuția constituenților metalografici pentru regimurile aplicate.

Tabelul 1

Calitate	Marcă	Elemente [%]									
		C	Mn	Si	Ni	Mo	Cr	S	P	Ti	Mg
Fontă cu grafit nodular	F.g.n. 600—2	3,58	0,45	2,56	0,97	0,33	0,03	0,022	0,012	—	0,061
Oțel de cementare	17 Cr Ni Mo 6	0,15	0,44	0,23	1,38	0,3	1,46	0,025	0,013	—	—
	18 Mn Cr 10	0,2	0,91	0,36	0,2	—	1,02	0,021	0,010	0,005	—

În figura 3 sînt prezentate structurile obținute prin călire izotermă lot I, regim 3, iar în figura 4 structurile aceluiași regim 3, dar pentru lot II (normalizare + călire izotermă).

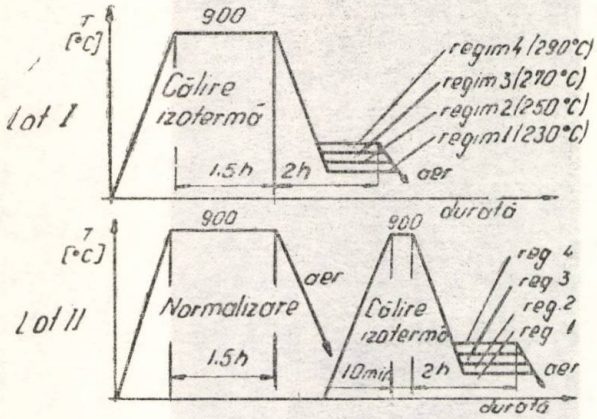


Fig. 1

Comparînd figura 3 și figura 4, care înfățișează structurile cele mai reprezentative (care au condus la obținerea celor mai bune rezultate la încercări), se trage concluzia că normalizarea prealabilă realizează constituenți metalografici mai fini, fără ca amestecul de constituenți obținuți să difere calitativ.

ticilor și intervalele de încredere sînt prezentate în figura 6.

Din analiza rezultatelor încercării la tracțiune, se poate afirma că aplicarea regimurilor 3 și 4, caracterizate prin temperaturi de men-

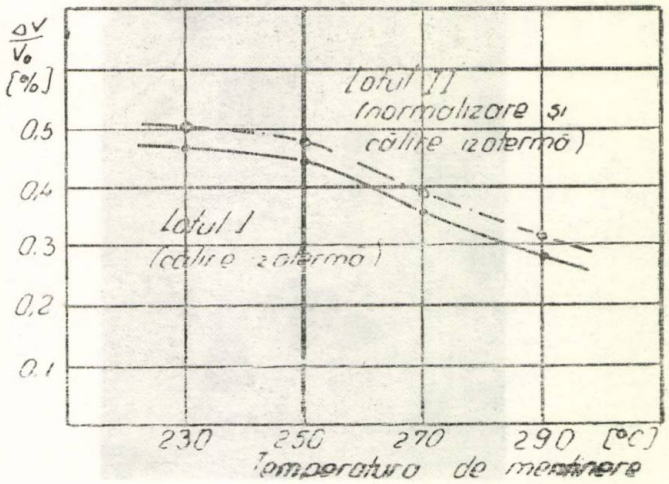


Fig. 2

ținere izotermă între limitele 270 ... 290°C, determină o creștere sensibilă a rezistenței la rupere, la valori comparabile cu cele ale oțelu-

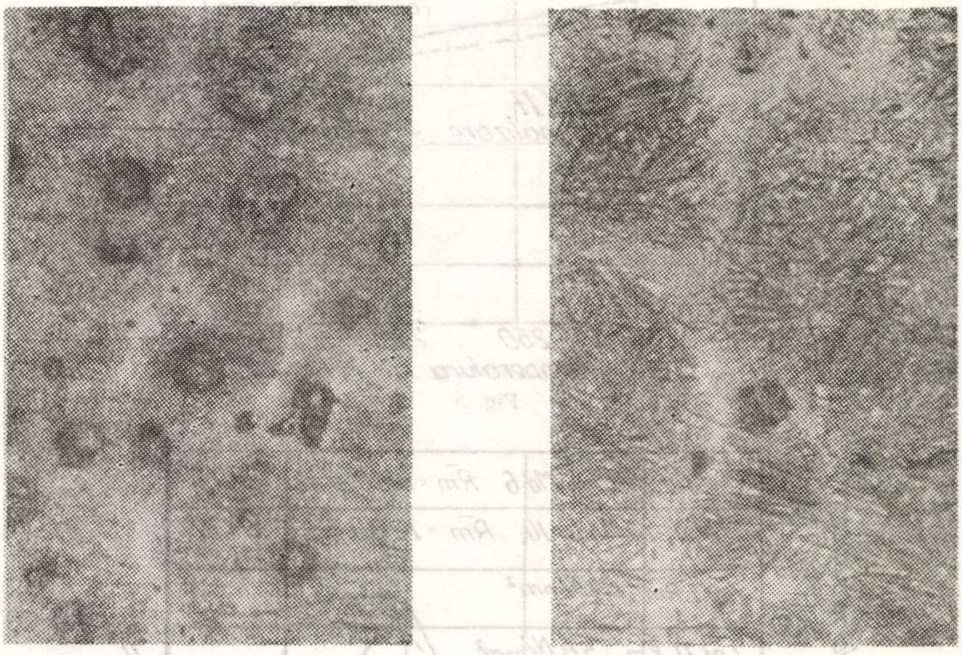


Fig. 3

Ponderea mai scăzută a austenitei reziduale și a martensitei în structură, după normalizare și călire izotermă, este marcată și la încercarea de duritate (fig. 5).

Rezultatele încercărilor la tracțiune și ale calculelor aferente pentru obținerea caracteris-

rilor de cementare supuse călirii și revenirii joase.

Nu apar diferențe sensibile între comportarea la tracțiune a fontelor călite în două loturi, ceea ce conduce la concluzia că normalizarea, deși are influență asupra microstructurii, nu afectează rezistența la solicitare statică.

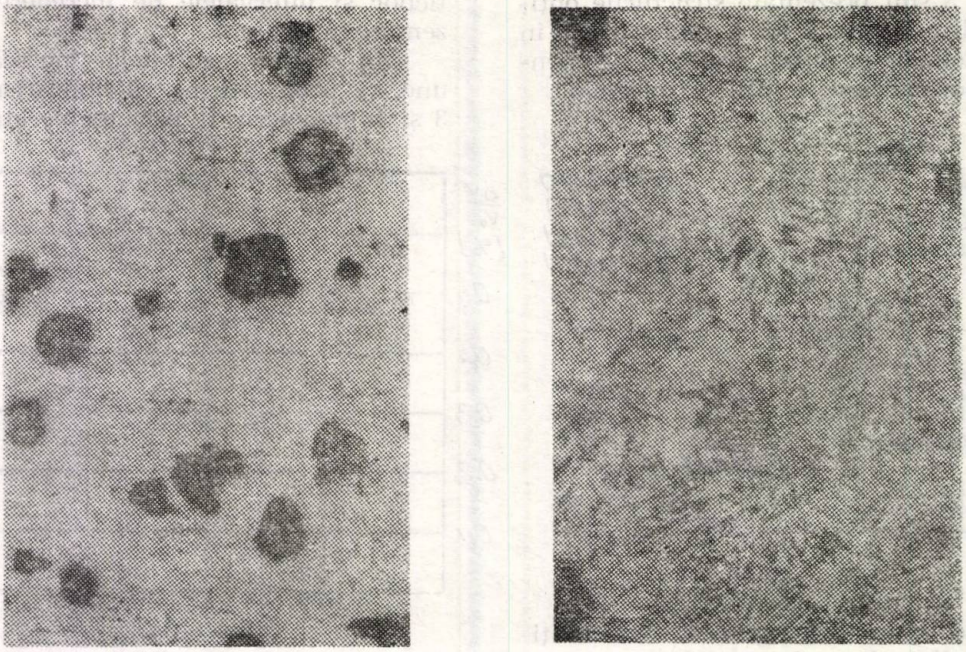


Fig. 4

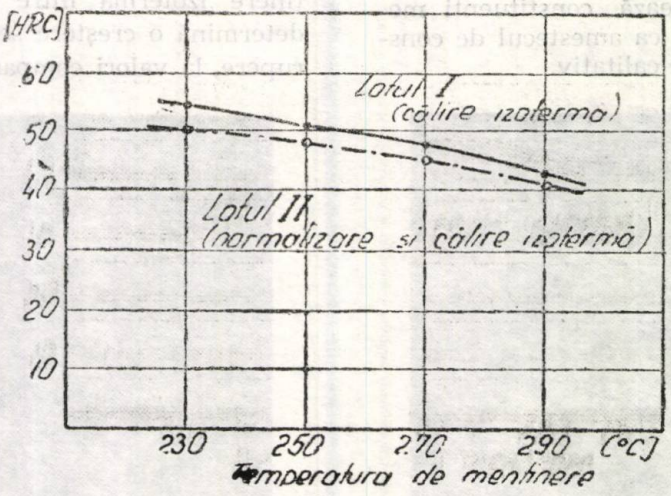


Fig. 5

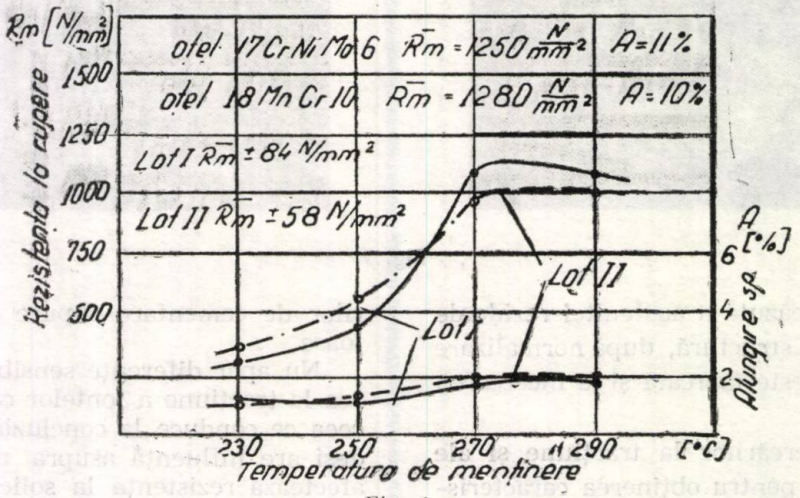


Fig. 6

Se poate constata că normalizarea conduce la o dispersie mai mică a valorilor rezistenței la rupere.

Analizînd comportarea la tracțiune a epruvetelor prelevate din centrul secțiunii semifabricatului turnat, acolo unde densitatea și compactitatea grafitului sînt mai scăzute, se poate conchide că deosebit de importanți sînt factorii legați de structura de turnare a fontei.

Astfel, valorile rezistenței de rupere la tracțiune și alungirii specifice sînt cu 10...15% mai scăzute, în cazul epruvetelor prelevate din centrul secțiunii semifabricatului.

Compararea rezultelor încercării la tracțiune a epruvetelor din fontă aliată, cu grafit nodular călită izoterm, cu cele obținute pe epruvete din oțel de cementare supuse tratamentului de călire și revenire joasă, conduce la observația că temperatura optimă de menținere izotermă este situată între limitele 270...290°C. La aceste temperaturi de menținere, rezistența la rupere este cuprinsă între 104...115 daN/mm^2 și se apropie de σ_r a oțelurilor de cementare, iar alungirea specifică este în limitele 2...2,15% mult inferioară oțelurilor de cementare, dar comparabilă cu cea a fontelor elaborate în străinătate.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Röhring, K.*: Zwischenstufen vergutetes Gusseisen mit Kugelgrafit. In: Giesserei Praxis, R.F.G., Nr. 1—2/83.

[2] *Dodd, J.*: High Strenght High Ductility and Ductile Irons. Iron Modern Castings, 1978, pag. 60—66.

[3] *Becket, S., Röhring, K.*: Traitement izotherme des fontes G.S. bainitiques. In: Journeé d'Etude sur les Traitements Thermiques, 7 Mars, 1985.

CZ: 669.131.622

Cercetări experimentale privind comportarea la oboseală și uzare a fontelor cu grafit nodular, călite izoterm

Ing. Alexandru MIRCEA, **GALEȘANU**, ing. Ioan **CIOBANU** — I.C.S.I.T.T. Brașov
Dr. ing. Alexandru **MUNTEANU** — Universitatea Brașov

Încercările comparative la solicitarea statică de tracțiune, pe epruvete din fontă cu grafit nodular călite izoterm și pe epruvete din oțeluri de cementare, nu pot furniza, singure, o imagine asupra posibilităților de înlocuire a oțelurilor de cementare, slab aliate.

De aceea, în această lucrare — care reprezintă o continuare a investigării acestor tipuri de fonte — s-a trecut la determinarea comparativă a rezistenței la oboseală de încovoiere rotativă, în ciclu alternant simetric, precum și a rezistenței la uzare.

Pentru aceasta, s-au executat cîte șase epruvete pentru încercări la oboseală și cîte două perechi de epruvete pentru încercări la uzare, din fiecare variantă de tratament a fontei cu grafit modular, precum și un număr similar de epruvete din oțel 17 Cr Ni Mo STAS 11512-80 și 18 Mn Cr 10 STAS 791—80, pentru încercări comparative.

Dimensiunile epruvetelor destinate încercărilor la oboseală și ale celor pentru uzare sînt prezentate în figura 1.

În cazul epruvetelor pentru uzare, dimensiunile au fost dictate de realizarea vitezei relative și a presiunii specifice pe standul din dotarea I.C.S.I.T.T. — Brașov. Calcularea presiunii specifice de contact și stabilirea sarcinii de încărcare a sistemului de pretensionare, atît pentru epruvetele din oțel cît și pentru cele din fontă, s-au efectuat plecînd de la existența cuplei de frecare cu un contact liniar, în condițiile unei viteze relative asemănătoare celei ce se realizează în agrenajele transmisiei unui autovehicul.

Încercarea la uzare a constat în verificarea periodică a aspectului suprafețelor de lucru, precum și în efectuarea determinărilor gravimetrice.

În figura 2 se prezintă, comparativ, intensitatea uzării oțelului 18 Mn Cr 10 cementat și a fontei cu grafit nodular (regimurile cu comportarea cea mai bună la uzare).

Urmărind comparativ intensitatea uzării la cele două variante de material, se poate constata că, în aceleași condiții de încercare, oțelul cementat — indiferent de marcă — prezintă în timp o uzare cu circa 29% mai mică decît a fontei studiate.

O explicație a rezultatelor slabe obținute cu epruvetele din fontă ar putea fi faptul că toate epruvetele din fontă au fost prelevate prin

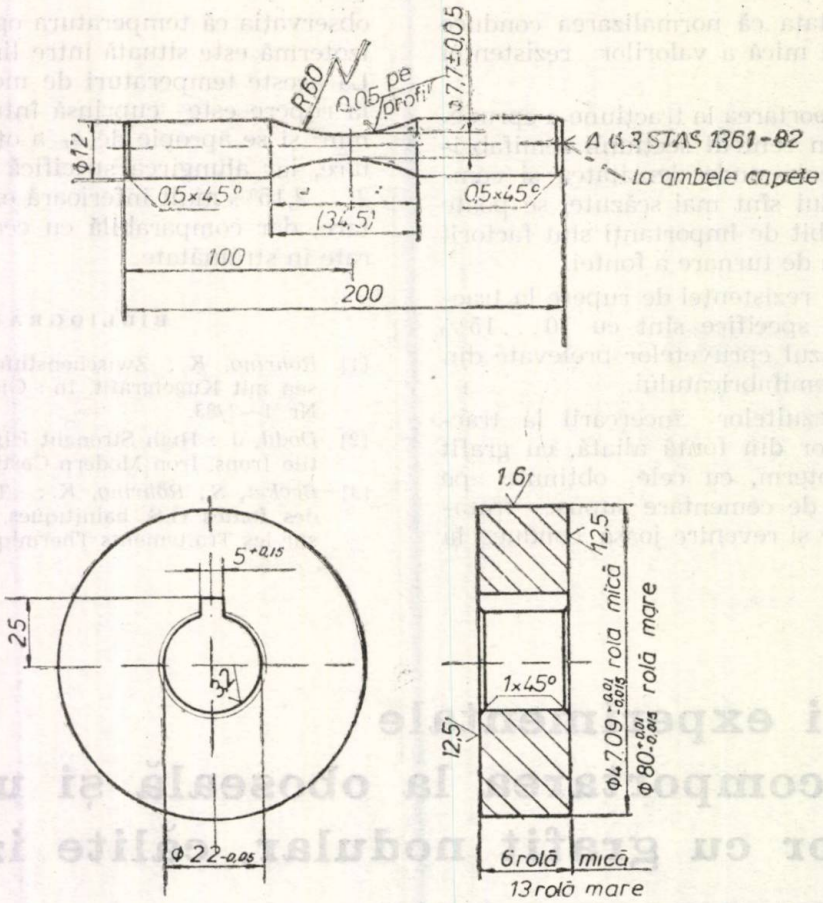

R60
0,05 pe profil
Φ7,7±0,05
Φ12
A 6,3 STAS 1361-82
la ambele capete
0,5×45°
0,5×45°
(34,5)
100
200
1,6
12,5
5+0,15
25
3,2
1×45°
12,5
Φ47,09 rolă mică
Φ80 rolă mare
Φ22-0,05
6 rolă mică
13 rolă mare

Fig. 1

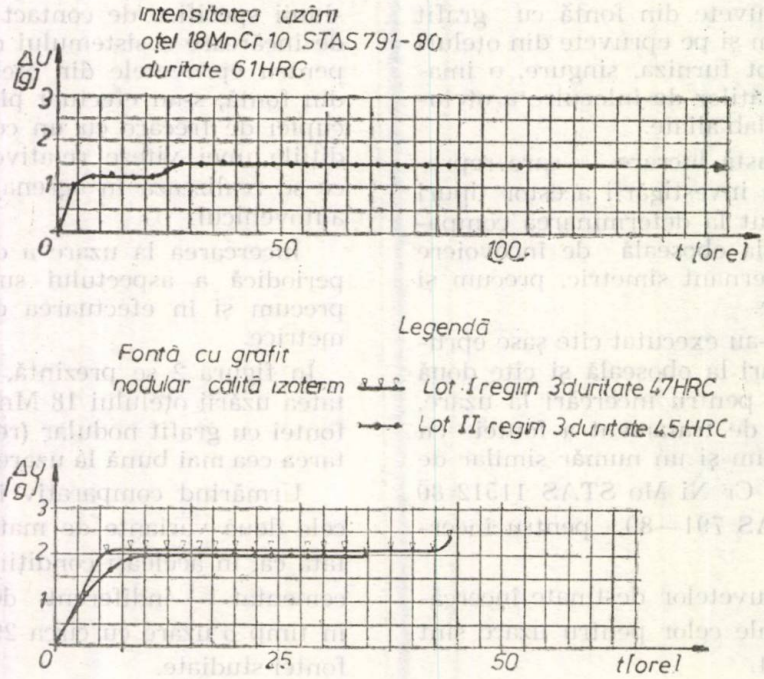

Intensitatea uzării
oțel 18MnCr10 STAS 791-80
duritate 61HRC
ΔU [g]
3
2
1
0
50
100
t [ore]
Legendă
Fontă cu grafit
nodular călită izoterm
Lot I regim 3 duritate 47HRC
Lot II regim 3 duritate 45HRC
ΔU [g]
3
2
1
0
25
50
t [ore]
Fig. 2

Fig. 2

Tabelul 1

Material	Marcă / regim termic	σ_{-1} [daN mm^{-2}]	Marcă / regim termic	σ_{-1} [daN/mm^{-2}]
Oțel de cementare	18 Mn Cr 10 necarburat C + r	56	17 Cr Ni Mo 6 necarburat C + r	57
	18 Mn Cr 10 C + r	60	17 Cr Ni Mo 6 carburat C + r	70
Fontă cu grafit nodular	Lot I reg. 1 (230°C)	9,5	Lot II reg. 1 (230°C)	—
	Lot I reg. 2 (250°C)	13,8	Lot II reg. 2 (250°C)	16,5
	Lot I reg. 3 (270°C)	18,7	Lot II reg. 3 (270°C)	22,3
	Lot I reg. 4 (290°C)	27	Lot II reg. 4 (290°C)	28,4

C — călire
r — revenire joasă

Lot I — călire izotermă
Lot II — normalizare + călire izotermă

strunjire din partea centrală a semifabricatului turnat, zonă caracterizată printr-o densitate și compactitate mai puțin corespunzătoare a grafitului, datorită unei viteze de răcire mai mici.

În continuarea cercetărilor, s-au efectuat încercări de oboseală pe stand la încovoiere rotativă, în ciclu alternant simetric și la diferite niveluri de solicitare.

În tabelul 1 se dau valorile rezistenței la oboseală, extrase din curbele Wöhler obținute.

Se poate constata că valorile rezistenței la oboseală sînt superioare pentru oțelurile de cementare ($\sigma_{-1} = 60 \ldots 70$ daN/mm^2 față de $\sigma_{-1} = 27 \ldots 28{,}4$ daN/mm^2 în cazul fontelor cu grafit nodular). Totodată se poate observa că valorile rezistenței la oboseală obținute pe epruvetele din oțel (tab. 1) sînt superioare celor recomandate în literatura de specialitate.

Concluzii

În urma încercărilor efectuate pe epruvetele din fontă cu grafit nodular călită izoterm, indigenă, se pot afirma următoarele :

— regimul optim de tratament termic pentru aceste fonte este normalizarea urmată de călire izotermă la 270 ... 290°C ;

— normalizarea realizează o micșorare a dispersiei încercărilor la oboseală, afectînd în mică măsură valorile medii ale caracteristicilor mecanice obținute ;

— structura de turnare a fontei, prin cantitatea, distribuția și compactitatea grafitului influențează vizibil caracteristicile mecanice ;

— fonta cu grafit, nodulară, indigenă, călită izoterm poate fi utlizată la roțile dințate cu angrenare permanentă, mai slab solicitate mecanic, din componența autovehiculelor.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Mocanu, D.R. :* Încercarea materialelor, vol. I București, Editura tehnică, 1982.

[2] *Pavelescu, D. :* Tribologie, București, Editura didactică și padagogică 1977.

[3] *Popinceanu, N. :* Problemele fundamentale ale contactului cu rostogolire, București, Editura tehnică, 1985.

[4] *Buzdugan, Gh. :* Calculul de rezistență al pieselor de mașini. București, Editura tehnică, 1979.

CZ : 621.923.4

Model matematic pentru determinarea domeniului optim actual la rectificarea rotundă exterioară, cu viteză mărită, pe mașini convenționale

Dr. ing. Vasile AVRAM — I.C.S.I.T.T. Brașov

Marea majoritate a mașinilor de rectificat rotund exterior, din dotarea întreprinderilor constructoare de mașini din țară, sînt construite pentru viteze de așchiere cuprinse în limitele $V_d = 25—35$ m/s [4].

Proporțional cu creșterea vitezei de așchiere V_d, crește și puterea de așchiere N, conform

$$N = \frac{F_z V_d}{\eta 102} \quad [\text{kW}] \qquad (1)$$

Din relația (1), rezultă că puterea de așchiere este proporțională cu viteza de așchiere V_d, dar și cu forța de așchiere F_z care este limitată de sistemul tehnologic MPSD [4].

Dacă se lucrează cu același volum de material de îndepărtat pe unitatea de timp :

$$Q = \frac{1}{60} \pi d_p t l_c \quad [\text{mm}^3/\text{s}], \qquad (2)$$

la creșterea vitezei de așchiere, scade adîncimea de așchiere t și în același timp, și forța de așchiere, așa cum se observă din relația (3) unde s-a aproximat, $t_{max} \approx s_r$:

$$F_z = p \cdot \frac{V_p}{60 V_d} \cdot s_r \, l_c \quad [\text{daN/cm}^2] \qquad (3)$$

Deoarece, forța de așchiere scade sub valoarea permisă de sistemul tehnologic MPSD, în baza relației (3) se poate mări avansul de așchiere s_r pînă ce forța de așchiere atinge din nou valoarea maximă admisă de sistemul tehnologic MPSD.

În concluzie, rezultă că este posibil a se aplica procedeul de rectificare rapidă și pe mașinile de rectificat convenționale.

Pentru ca rectificarea în aceste condiții să devină eficientă, este necesară determinarea domeniului economic actual al vitezelor de așchiere.

La determinarea domeniului optim se va utiliza ca instrument de analiză și de calcul, programarea matematică în care :

— se admite drept funcție de optimizare, costul minim al operației [4] :

$$C = 0{,}76 \frac{D_p \cdot t_{max} \cdot k_v}{V_d \cdot s_r}, \quad [\text{lei/min}], \qquad (4)$$

iar ca funcții restrictive :

Viteza de așchiere minimă

Se admite ca viteză de așchiere minimă, viteza utilizată la rectificarea convențională :

$$(R_1) \quad V_d = 30 \text{ m/s}$$

Viteza de așchiere maximă

Se admite a se lucra cu turația maximă admisă le lagărul axului principal al mașinii de rectificat convenționale [2, 8, 10] în cele trei variante curente :

a — lagăre de rostogolire [2, 10] :

$$n_r = \frac{A}{d_{ax} + 30} = (4{,}5—5{,}0) \cdot 10^3 \text{ [rot/min]} ;$$

b — lagăre de alunecare hidrostatice [9] :

$$n_h = (6{,}0—7{,}5) \cdot 10^3 \text{ [rot/min]} ;$$

c — lagăre de alunecare hidrostatice [9] :

$$n_{din} = (9{,}0—10{,}0) \cdot 10^3 \text{ [rot/min]} ;$$

Înlocuind valorile pentru un caz concret — RE 350 — pentru $D_p = 500$ mm, rezultă și viteza de așchiere maximă. (5)

(R_2) $V_{d\,max}$ [m/s]	a	b	c
	140	170	260

Avansul de așchiere minim

Procesul de așchiere la rectificare începe cînd forța de așchiere depășește valoarea de 3,0 daN/cm [5], (fig. 1), la care corespunde un avans minim :

$$(R_3) \quad s_r = 8 \cdot 10^{-4} \text{ [mm/rot]} \qquad (6)$$

Avansul de aşchiere maxim

La rectificarea rotundă exterioară se impun două condiţii [3] (fig. 2).

$$\left.\begin{array}{l} g \leqslant t \\ \text{şi} \\ \dfrac{t}{\rho} \geqslant 0{,}55—0{,}6 \end{array}\right\} \qquad (7)$$

în care :

$$\rho = 0{,}007—0{,}010 \text{ [mm]}$$

şi se admite o soluţie practică

$$s_{r\,\max} \approx t_{\max}$$

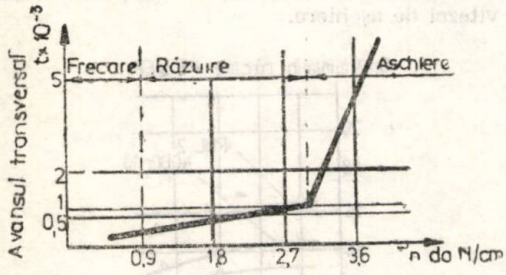


Fig. 1 Procesul de aşchiere a unei granule abrazive.

În această situaţie de limită maximă prin înlocuiri rezultă că :

$$(\mathbf{R}_4)\ s_{r\,\max} = \rho(0{,}05—0{,}6) \approx 6 \cdot 10^{-2} \text{ [mm/rot]} \qquad (8)$$

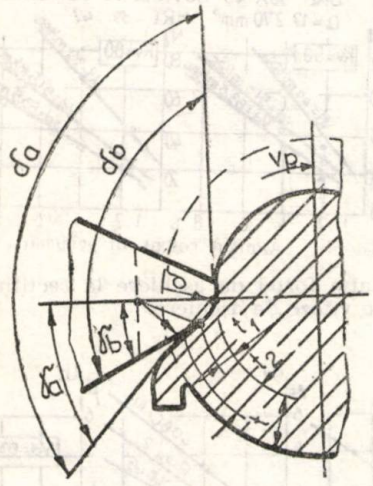


Fig. 2 Corelaţia dintre raza granulei ρ, adîncimea de aşchiere t şi unghiul de tăiere δ.

Productivitatea maximă

Se pune condiţia ca volumul de material îndepărtat prin rectificare dat de relaţia (9) :

$$Q_{rect} = 6 \cdot 10^4 \cdot \frac{V_d}{K_v} \cdot s_r \cdot B \text{ [mm}^3\text{/s]} \qquad (9)$$

să fie egal cu volumul de material îndepărtat de un strung modern [8], calculat cu relaţia (10):

$$Q_{strg} = \frac{\pi d_p \cdot n_p \cdot t \cdot l_d}{60} \text{ [mm}^3\text{/s]} ; \qquad (10)$$

explicitînd se obţine a cincea restricţie produsul viteză-avans :

$$(\mathbf{R}_5)\ V_d \cdot s_r \leqslant \frac{K_v \cdot Q_{strg}}{6 \cdot 10^4 B} \text{ , [mm}^3\text{/s]} \qquad (11)$$

REZISTENŢA DISCULUI ABRAZIV

Viteza periferică a discului abraziv trebuie să fie mai mică decît viteza admisă de rezistenţa la spargerea acestuia cu relaţia [6, 7] :

$$(\mathbf{R}_6)\ V_{dsp} \leqslant \frac{\pi D_d}{6 \cdot 10^3} \sqrt{\frac{3 g \sigma_{at}}{2\gamma(1 + k + k^2)}} \text{ [m/s]} \qquad (12)$$

VITEZA AXULUI PRINCIPAL

Se admite $V_{dax} = 10$ m/s ca viteză de calcul pentru proiectarea lagărelor axului principal al maşinilor de rectificat rotund exterior convenţionale [2, 4].

Pentru valorile reale $D_d = 500$ mm şi $d_{ax} = 70$ mm de la RE 350 rezultă viteza maximă a discului abraziv admisă de viteza maximă a axului principal, respectiv ultima restricţie :

$$(\mathbf{R}_7)\ V_{dax\,\max} = 70 \text{ [m/s]} \qquad (13)$$

Funcţia de optimizare este :

$$C = 0{,}76 \frac{D_p \cdot t_{\max} \cdot K}{V_d \cdot s_r} \rightarrow \text{minim},$$

în condiţiile :

$$\left.\begin{array}{l} V_{d\,\min} \leqslant V_d \leqslant V_{d\,\max} ; \\ s_{r\,\min} \leqslant s_r \leqslant s_{r\,\max} ; \\ V_d s_r \leqslant \dfrac{1}{6{,}104} K_v \dfrac{Q_{strg}}{B} ; \\ V_{dsp} \leqslant \dfrac{\pi D d}{6 \cdot 10^3} \sqrt{\dfrac{3 g \sigma_{at}}{2\gamma(1 + k + k^2)}} ; \\ V_{dax\,\min} \leqslant V_{dax} \leqslant V_{dax\,\max} \end{array}\right\} \qquad (14)$$

Rezolvarea grafică a modelului matematic se prezintă în figura 3 din care rezultă că domeniul optim actual se situează în triunghiul $AA'A''$, iar productivitatea maximă la regimul de lucru calculat se obţine cînd valorile V_d şi

s_r se intersectează pe dreapta AA', respectiv cînd valorile pentru V_d, s_r, și s_o se cuprind în domeniul :

$$45 < V_d < 70 ;$$

$$0{,}018 < s_r < 0{,}034 ;$$

$$2{,}45 < s_o < 8{,}56$$

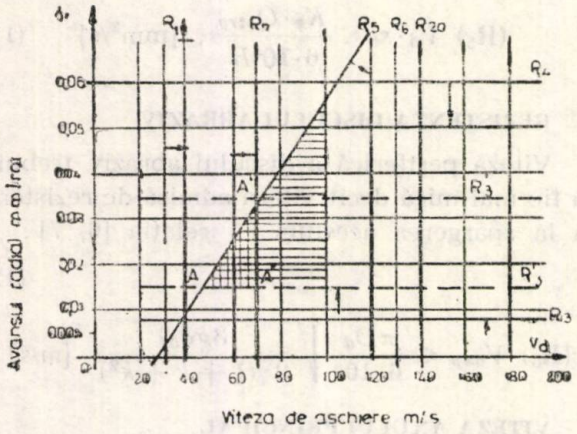


Fig. 3 Reprezentarea grafică a domeniului optim actual al rectificării cu viteză mărită, pe mașini convenționale de rectificat rotund exterior.

Concluzii

1. Cu un disc abraziv convențional cu liant ceramic, de o anumită construcție [1, 6, 7, 8] se poate rectifica pe mașini convenționale modernizate cu viteza de pînă la 70 m/s în loc de 30—35 m/s.

2. Proporțional cu creșterea vitezei de așchiere se poate mări și avansul de așchiere.

3. La V_d = 70 m și s_r = 0,35 mm/rot. se obține o productivitate de 2450 mm³/s, cantitate comparabilă cu volumul de material îndepărtat de un strung modern.

În continuare, se prezintă cîteva exemple din încercările efectuate la I.C.S.I.T.T. Brașov la rectificarea unor oțeluri românești folosite la fabricația de tractoare.

La creșterea vitezei de așchiere de două ori, cînd se rectifică cu un avans radial de 2 mm/min, rugozitatea suprafeței rectificate scade cu 10 μ la OLC 45, cu 0,6 μ la 40 B Cr 10 și cu 0,8 μ la Rul 2 (fig. 4).

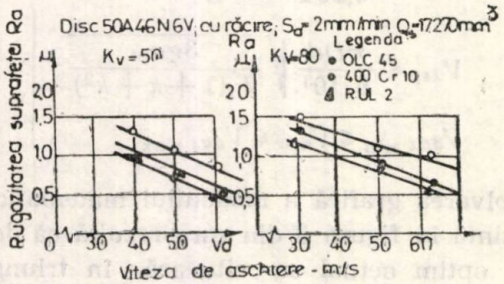


Fig. 4 Rugozitatea suprafeței în funcție de viteza de așchiere.

La dublarea vitezei de așchiere și același avans de 2 mm/min, curentul crește cu 1,2 ori (fig. 5), iar energia scade de la 16,5 la 15 kWh . 10^{-4} (fig. 6).

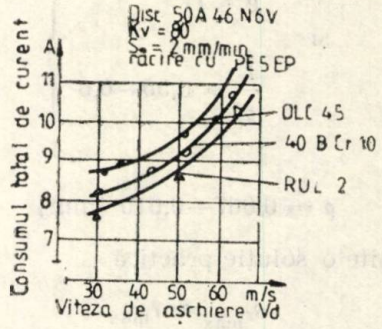


Fig. 5 Curentul total consumat în funcție de creșterea vitezei de așchiere.

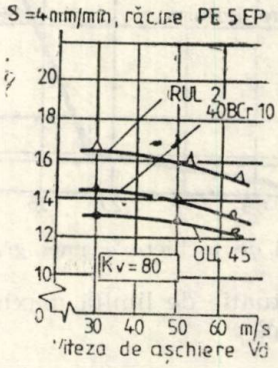


Fig. 6 Variația energiei consumate la rectificarea diferitelor mărci de oțel călit.

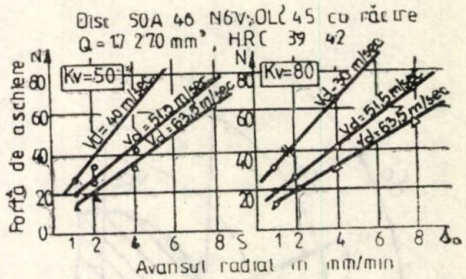


Fig. 7 Variația forței de așchiere la rectifiarea cu diferite viteze de așchiere.

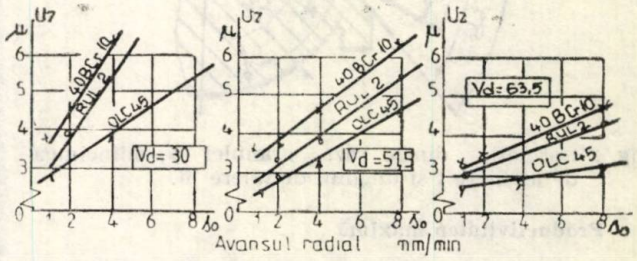


Fig. 8 Uzura la rectificarea pentru K_v = 80, disc 50 A 46 N 6 V, cu răcire : Q_s = 17.270 mm³.

Forța de așchiere scade cu creșterea vitezei de așchiere (fig. 7). Pentru s_r = 4 mm/rot, la

dublarea vitezei de aşchiere (de la 30 la 60 m/s), forţa specifică de aşchiere scade de la 66 N la 37 N.

Pentru a se lucra cu aceeaşi forţă de aşchiere, la dublarea vitezei de aşchiere, se poate mări avansul transversal de aşchiere de la 1,2 mm/min la 5,8 mm/min (4,8 ori).

Uzura radială a discului abraziv scade cu 40% la cele trei calităţi de materal încercate în cazul dublării vitezei de aşchiere (fig. 8), respectiv pentru aceeaşi uzură stabilită ca economică pentru discul abraziv utilizat, avansul se poate mări de pînă la 2,8 ori, cînd vîteza de aşchiere se măreşte, de două ori.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Avram, V.:* Contribuţii cu privire la optimizarea rectificării cu viteză mărită a unor oţeluri româneşti pe maşini de rectificat rotund din dotarea actuală.
Teză de doctorat — Universitatea din Braşov, 1986.

[2] *Bunescu, V.:* Raţionalizarea calculelor în proiectarea maşinilor. Editura Tehnică, Bucureşti.

[3] *Deacu, L., Giurgiuman, H.:* Bazele aşchierii şi generării suprafeţelor Inst. Politehn. Cluj-Napoca, 1980.

[4] *Drăghici, G.:* Bazele teoretice ale proiectării proceselor tehnologice în construcţia de maşini. Editura tehnică. Bucureşti, 1971.

[5] *Hahn, RS., Lindsay, R.P.:* Principiile rectificării, partea, I—IV. In: Machinery S.U.A., vol. 77 br. 7. br. 10, 1971.

[6] *Nakaischi, K:* Grinding Wheel Geometry Nex Developements in Grinding Press Mellon University Pittsburg, S.U.A. — 1972.

[7] *Satr. K., Nagi, F.:* Rezistenţa discurilor rotitoare din materiale fragile — Raport of Naţional Aeronautic, Laboratory of Japan, 38/1963.

[8] *Scrase, T.:* Construcţia pietrei de rectificat, factor primordial în rectificarea cu viteză mare. In: Metal working Production S.U.A. vol. 115, Nr. 14—1971, pag. 27—31.

[9] Standard Handbook U.S.A., 8, 138/1980.

[10] Îndrumător pentru construcţia lagărelor cu rulmenţi ODPT., MICM, 1980.

MANIFESTĂRI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE

FORTUS '87

Conform tradiţiei, oamenii muncii de pe platforma Combinatului de Utilaj Greu Iaşi vor organiza cea de a III-a sesiune de comunicări tehnico-ştiinţifică **FORTUS '87 cu tema Tehnologii actuale şi de perspectivă în fabricaţia utilajelor grele** ce va avea loc la sediul combinatului, pe data de 19—21 noiembrie 1987, manifestarea fiind organizată în colaborare cu Institutul Politehnic „Gh. Asachi" din Iaşi, sub îndrumarea Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor, M.I.U.G., M.I.C.M., M.E.I., în cadrul festivalului naţional al muncii şi creaţiei **CÎNTAREA ROMÂNIEI**, ediţia 1987.

Acţiunea se încadrează în preocupările actuale privind îmbunătăţirea nivelul tehnic şi calitativ al produselor, reducerea continuă a consumurilor specifice de materii prime, materiale, combustibil şi energie, precum şi valorificarea superioară a tuturor resurselor.

Sesiunea îşi va desfăşura lucrările în următoarele domenii de activitate:

— secţiunea întîia: **tehnologii şi utilaje noi pentru sectoare calde;**

— secţiunea a doua: **tehnologii şi utilaje noi** în construcţia de maşini grele;

— secţiunea a treia: **electrotehnică, electronică, tribologie, energetică industrială;**

— secţiunea a patra: **organizare, informatică industrială;**

— secţiunea a cincea: **creşterea eficienţei economice — obiectiv principal al activităţii de producţie.**

Sperăm că, şi cea de a III-a sesiune de comunicări tehnico-ştiinţifice **FORTUS '87** ca şi cele anterior desfăşurate, să se bucure de interes din partea specialiştilor din întrega ţară fie ei din învăţămînt sau cercetare, din proiectare, sau producţie.

Toţi cei care vor veni la Iaşi şi prin lucrările lor ne vor împărtăşi din experienţa acumulată în domeniul lor de activitate, ne vor completa bagajul de cunoştinţe ce este necesar pentru ca unitatea noastră să-şi atingă, în timpul cel mai scurt, parametrii proiectaţi, precum şi să contribuie la promovarea largă a progresului tehnico-ştiinţific, la întărirea colaborării şi conlucrării în soluţionarea problemelor din toate domeniile de activitate.

În cadrul sesiunii se vor efectua utile schimburi de idei şi experienţă în problemele interesate şi se vor pune în continuare bazele unei colaborări între specialişti din Bucureşti, Iaşi, Cluj, Braşov, Timişoara, Craiova etc., ce sperăm să fie fructuoase.

Mulţumim pe această cale tuturor celor ce vor participa şi vor contribui la buna desfăşurare a sesiunii prin lucrările ce le vor prezenta, precum şi celor care direct sau indirect vor fi implicaţi în reuşita acestei acţiuni de prestigiu, amintită.

Colectivul de organizare

I. C. T. C. M.
INSTITUTUL DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI INGINERIE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Șos. Olteniței nr. 103, sector 4
București — 73651
Telefon 83 21 70 Telex 10233

Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Industria Construcțiilor de Mașini, înființat încă din anul 1955, are o bogată experiență în cercetare și proiectare tehnologică specifică pentru construcțiile de mașini. În cadrul Institutului se desfășoară trei tipuri de activități :

1. Cercetarea de procese tehnologice (metode de fabricație) noi în cadrul laboratoarelor special amenajate pentru experimentarea și optimizarea procedeelor, regimurilor sau rețetelor tehnologice precum și cercetarea în vederea asimilării în fabricația de serie a unor echipamente și produse noi în domeniile : prelucrări prin așchiere, ștanțare, ambutisare și prin tehnologii neconvenționale, manipulare automată, montaj mecanizat și automatizat, acoperiri de protecție și decorative, control activ, interoperațional și final.

2. Elaborarea de tehnologii integrate și sisteme complexe de fabricație pentru prelucrarea unor piese sau grupe de piese sau produse, cu adoptarea celor mai eficiente procedee, inclusiv proiectarea mașinilor speciale, dispozitivelor și sculelor.

3. Execuția, în limita capacităților propriului său atelier, a echipamentelor tehnologice proiectate. Acordarea de asistență tehnică pentru punerea în funcțiune la parametrii proiectați a proiectelor elaborate.

ICTCM EFECTUEAZĂ:

● Studiul problemelor tehnologice individuale sau legate de realizarea unui anumit produs ; ● Elaborarea de procedee tehnologice noi sau dezvoltarea și îmbunătățirea unor tehnologii existente ; ● Experimentarea în laborator și în producție a procedeelor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de execuție pentru liniile, mașinile, dispozitivele sau sculele necesare aplicării tehnologiilor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de utilare tehnologică a secțiilor sau atelierelor în care se vor realiza tehnologiile respective ; ● Construcția în ateliere proprii a utilajelor proiectate ; ● Execuția de prototipuri de mașini și dispozitive și experimentarea acestora în vederea introducerii lor în fabricația de serie ; ● Elaborarea de metode de măsură și control interoperații și final, proiectarea și executarea utilajelor necesare controlului și sortării cu diferite grade de automatizare ; ● Proiectarea și executarea de bancuri de probă pentru studii de laborator și fabricația de serie ; ● Organizarea fabricației, transportului intern și depozitării în secțiile și atelierele destinate aplicării noilor tehnologii, planificarea și urmărirea producției ; ● Elaborarea de sisteme pentru automatizarea pregătirii tehnologiei precum și pentru planificare, lansare și urmărire cu ajutorul calculatorului electronic ; ● Acordarea de asistență tehnică pentru aplicarea procedeelor tehnologice elaborate și pentru punerea în funcțiune a utilajelor proiectate și executate ; ● Acordarea de licențe, know-how și punerea la dispoziție a documentației de execuție pentru lucrările executate de institut.

FORTUS
COMBINATUL DE UTILAJ GREU
FORTUS '87
sesiune de comunicări
tehnico-științifice
tehnologii actuale
și de perspectivă
în fabricația
utilajelor grele
I A S I
19 - 21 noiembrie 1987

CIUMP
CUG IASI

FORTUS '87

PROGRAMUL

sesiunii de comunicari tehnico-științifice

Tehnologii actuale și de perspectivă în fabricarea utilajelor grele

IASI
19-21 noiembrie 1987

centrozap

CENTROZAP — Societate cu răspundere limitată

oferă

un sortiment larg de aparatură de laborator pentru controlul exact al materialului, al nisipului de turnătorie și al nisipului pentru miezuri.

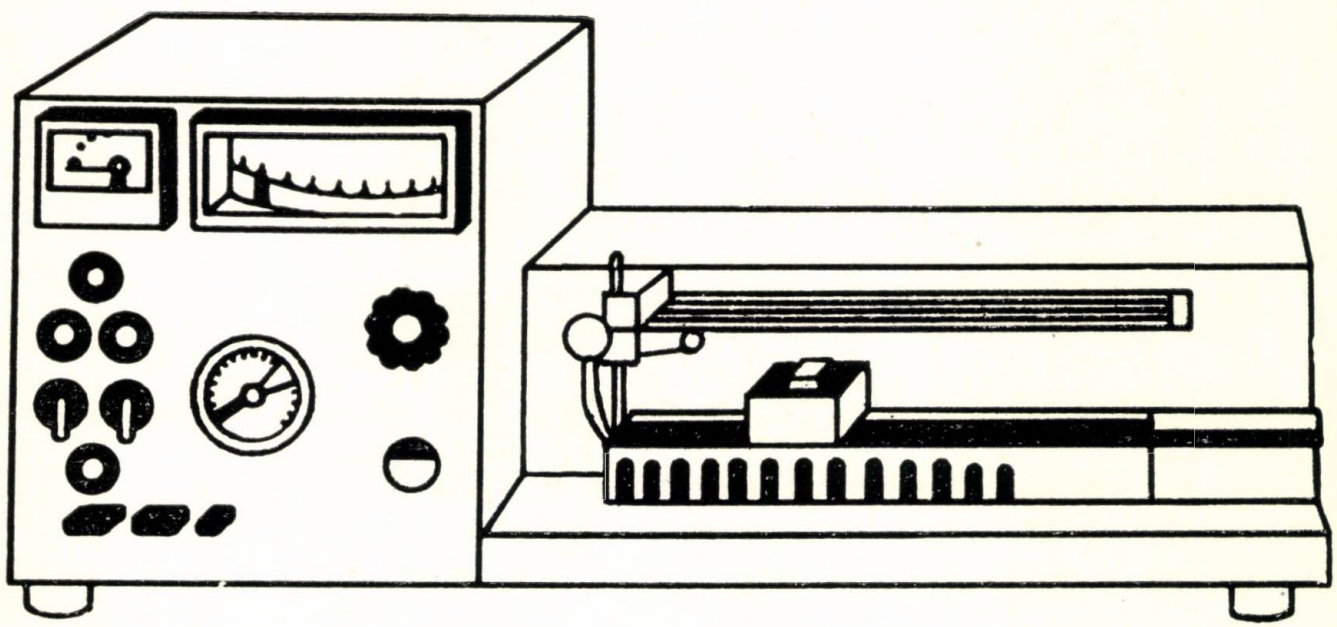
Aparatura ofertată este de înaltă calitate și se numără printre cele mai noi realizări.

Folosind această aparatură, vă îmbunătățiți calitatea producției pieselor din fontă și reduceți numărul de rebuturi.

Nu întîrziați — folosiți aparatura noastră !

Pentru informații detaliate adresați-vă

Societății de comerț exterior cu răspundere limitată
CENTROZAP
Mickiewicza 29
40—085 Katowice, R. P. Polonă
Telex : 0315771 cp pl



PUBLICOM

OBSZÁGOS MÚSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

INSTITUTUL DE CERCETARE STIINTIFICA SI INGINERIE TEHNOLOGICA PENTRU TRACTOARE

Bd. 13 Decembrie nr. 94 2200 Brașov; telefon 921/65321; telex ext.011907 int. C 23 ROMANIA

Elaborează studii, proiecte de execuție, realizează și experimentează modele funcționale și prototipuri de tractoare agricole, industriale și speciale.

- rigide și articulate, pe roți de la 20 la 240 CP
- pe șenile de la 45 la 85 CP
- tractoare specializate pentru lucrări în ferme zootehnice, în vii, pe pășuni
- echipamente pentru tractoare ca : încărcătoare frontale, lamă, cupe etc.
- tractoare speciale cu șenilă elastică sau pneuri pentru zăpadă și mlaștini

— Tractoare industriale :
- buldozere și încărcătoare frontale articulate pe pneuri de la 80 la 400 CP.
- tractoare cu excavator și încărcător frontal
- buldozere și încărcătoare frontale pe șenile între 60 și 300 CP
- punți motoare rigide pînă la 300 kN
- diverse echipamente : buldozere, scarificatoare, cupe cu diferite destinații
- tractoare pe șenile cu destinații speciale, macarale pentru lansat conducte

— Prin atelierele proprii de autoutilare execută :
- standuri pentru încercări componente tractoare : pompe de injecție etc.
- standuri pentru încercarea materialelor de fricțiune : ambreiaje, frîne
- mașini de echilibrat dinamic cu domeniu continuu de reglare al turațiilor
- echipamente de măsură specializate pentru dotarea standurilor de încercări :
  - traductoare de cuplu, de viteză, de turație
  - dispozitive electronice pentru măsurarea consumurilor

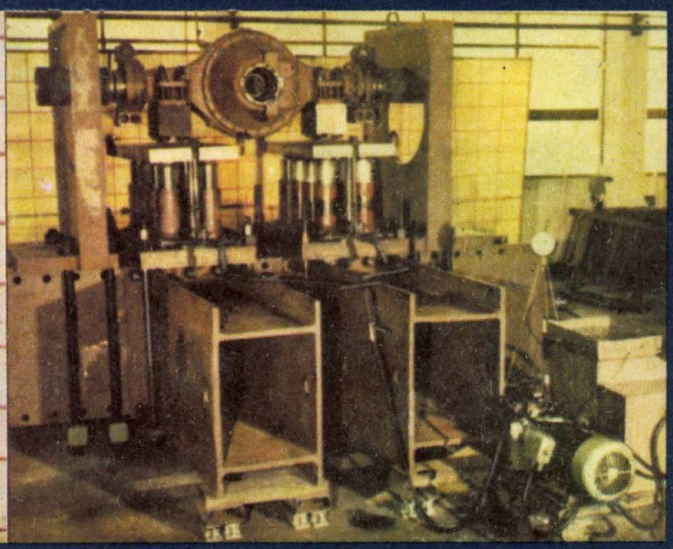
Working out research papers, construction drawings, building and testing agricultural, industrial and special tractors functional models and prototypes.

— Agricultural tractors :
- 20 to 240 HP rigid and articulated wheel tractors,
- 45 to 85 HP crawler tractors
- special tractors designed for operations in animal farms, vineyards and on pastures
- tractor equipments such as : front-loaders, blades, buckets etc.
- elastic track or wheel special tractors for soft ground (snow and moors)

— Industrial tractors :
- 80 to 400 HP articulated wheel buldozers and front loaders
- backhoe — loaders
- 60 to 300 HP crawler bulldozers and front loaders
- rigid axles up to 300 kN
- different implements : bulldozers, rippers, versatile buckets
- special purpose crawler tractors, pipelaying equipment, drilling winches.

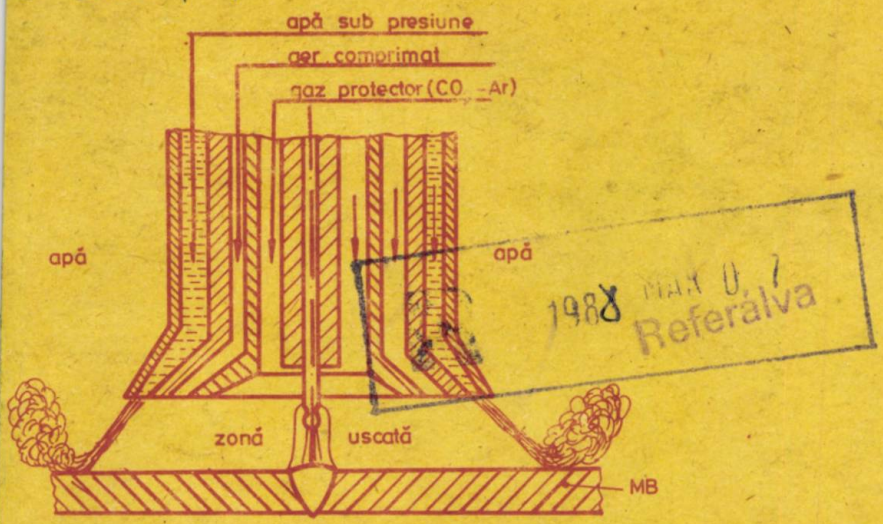
— By its own self-equipping facilities, I.C.S.I.T.T. produces :
- test stands for tractor components such as : injection pumps etc.
- test stands for friction materials : clutches and brakes
- dynamic balancing machines with working speeds continuous adjusting range
- specialized measuring devices designed to equip test stands :
  - torque, speed and rpm transducers
  - electronic devices for measuring skidding, fuel consumption

1988 MAI 26



E3279

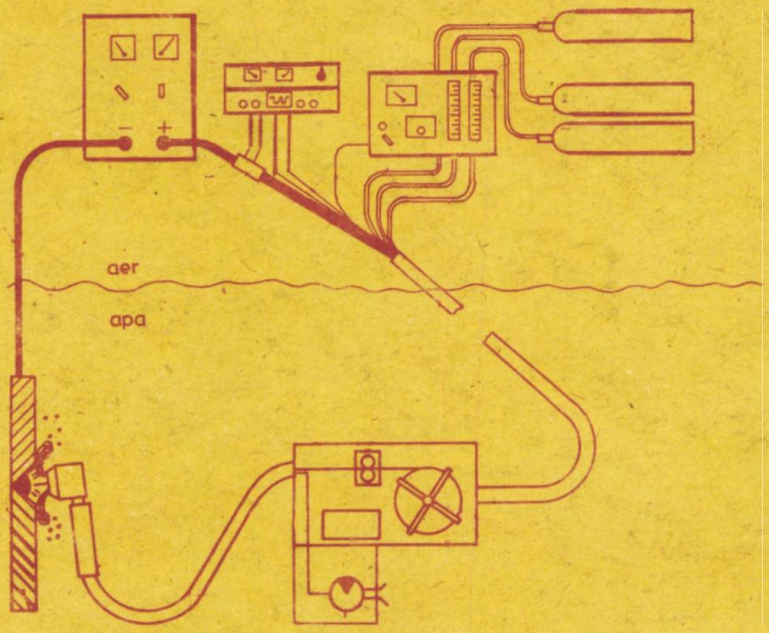
GSE



1988 MAY 0 7
Referálva

ISIM

- **Sudarea şi încercarea materialelor**
- **Posibilităţi de recuperare a energiei**
- **Recenzii**



11

CONSTRUCTIA DE MASINI

BUCUREŞTI ■ XXXIX ■ NOIEMBRIE ■ 1987

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXIX, 11, noiembrie, 1987

CUPRINS

Sudarea și încercarea materialelor

TROFIN, ILEANA, TOTH, A.R. : **Contribuții la perfecționarea sistemelor de control al paramerilor de sudare cu arcul electric tip SC, în vederea utilizării acestora în cadrul unor instalații complexe de sudare, supravegheate de calculatoare electronice** 519

DEHELEAN, D. : **Influența lungimii piesei asupra cîmpului termic la sudarea cu arc rotitor** 521

BOITOR, V., DOBRESCU, C., BIHOI, R., TONEA, S. : **Instalație de sudare, după procedeul WIG cu material de adaos, a colțurilor dulapurilor de frigidere** 525

SOARE, D., JONI, N. : **Utilizarea procedeelor semimecanizate de sudare sub apă, cu uscare locală** 527

OLARIU, C., VERBITCHI, V., URS. GR. : **Încărcarea prin sudare mecanizată sub flux a elementelor de etanșare de la unele robinete industriale** 531

FLEȘER, T. : **Investigații asupra comportării oțelului X 12 Cr Ni W Ti 16.13 după solicitarea de lungă durată** 538

TRUȚA, T. : **Caracteristicile și testarea filmelor radiografice românești Gamagraf G_1 și Gamagraf G_2** 542

CRAMARIUC, R., OLTEANU, ST., CHIVU, V., COBANU, FLORENTINA, CAZAC, C., SCĂRLĂTESCU, TATIANA, OLTEANU, RODICA JIPA, S., POPA, CORINA, SETNESCU, R., ILIE, S., ROBU, TEODORA, SETNESCU, TANȚA, ILIE, DIANA, CHEREGI, GEORGETA, MIHALCEA, I. : **Noi instalații pentru defectoscopie magnetică nedistructivă concepute și produse în I.C.P.E., destinate industriei constructoare de mașini și energeticii** 549

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului Științific al Institutului Central pentru Construcții de Mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonator : ing. Petru Țenchea

VARGA, L. : **Structuroscopie magnetică prin spectrul proceselor de magnetizare** 554

VARGA, L. : **Probleme legate de definirea şi determinarea austenitei reziduale** 558

Posibilităţi de recuperare a energiei

FORJE, A., VLAD, M.F., MORARIU, MARIA, VLAD, DOINA, VIRGINICA, MANEA, D. : **Criterii de oportunitate privind introducerea standurilor de încercare şi rodaj pentru motoare diesel, cu recuperarea energiei de frînare** 562

Recenzii

ARGHIRIADE, I. : **Prof. dr. ing. VOICU SAFTA — Controlul îmbinărilor şi produselor sudate. Defectologie. Radiaţii penetrante. Ultrasunete, Editura „Facla", Timişoara, 1984, 239 pag., 170 fig., 46 tab., 374 ref. bibl.** 569

ARGHIRIADE, I. : **Prof. dr. ing VIOCU SAFTA — Controlul îmbinărilor şi produselor sudate. Dimensional şi de suprafaţă. Metode electromagnetice. Emisie acustică. Controlul etanşeităţii. Încercări distructive. Editura „Facla" — Timişoara, 1986, 311 pag., 152 fig., 33 tab., 690 ref. bibl.** 570

ARGHIRIADE, I. : **Colectiv coordonat de prof. dr. doc. ing. DUMITRU REMUS MOCANU şi prof. dr. doc. VOICU SAFTA Încercarea materialelor, vol. III, Controlul nedistructiv al metalelor. Editura Tehnică, Bucureşti, 1986, 648 pag., 541 fig., 170 tab., 508 ref. bibl., 2 anexe** 571

Revista „CONSTRUCŢIA DE MAŞINI", organ al Ministerului Industriei Construcţiilor de Maşini din Republica Socialistă România. Redacţia la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcţiilor de maşini, cu sediul în Bucureşti, Calea Victoriei, 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.33. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poştal la ICTCM, şos. Olteniţei nr. 105, Bucureşti, sector 4, pentru revista „Construcţia de maşini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Tipografia „Ploieşti" str. Transilvaniei, nr. 29.

SUMARE

CZ : 621.791.7

Trofin, Ileana, Toth, A..R. : **Contribuţii la perfecţionarea sistemelor de control al parametrilor de sudare cu arcul electric tip SC, în vederea utilizării acestora în cadrul unor instalaţii complexe de sudare, supravegheate de calculatoare electronice**

Recent, la I.S.I.M. Timişoara, s-au efectuat cercetări şi experimentări în condiţii de laborator, în urma cărora s-au elaborat schemele de principiu şi blocurile funcţionale principiale ale unor noi tipuri de sisteme de control al parametrilor de sudare cu arcul electric — cuplabile cu un microprocesor — denumite sisteme tip SC — μC. Lucrarea descrie pe scurt modul de funcţionare a acestor blocuri şi prezintă performanţele tehnice ale sistemelor de control cuplate cu microprocesor — în comparaţie cu cele ale sistemelor de control analogice tip SC, omologate la I.S.I.M. în 1985.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 1 fig., 4 ref., bibl.

CZ : 621.791.7

Dehelean, D. : **Influenţa lungimii piesei asupra cîmpului termic la sudarea cu arc rotitor**

În lucrare se prezintă o metodă de studiu al cîmpului termic la sudare prin modelare electrică. Folosind o schemă electrică echivalentă se studiază influenţa lungimii pieselor, respectiv a schimului de căldură prin convecţie cu exteriorul asupra cîmpului termic la sudarea cu arc rotitor. Se defineşte, pe baza rezultatelor obţinute, o lungime critică a piesei, la depăşirea căreia cîmpul termic devine independent de lungime.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 6 fig., 4 tab., 5 ref., bibl.

CZ : 621.791.7

Boitor, V., Dobrescu, C., Bihoi, R., Tonea, S. : **Instalaţie de sudare, după procedeul WIG, cu material de adaos, a colţurilor dulapurilor de frigider**

Lucrarea prezintă descrierea unei instalaţii mecanizate de sudare după procedeul WIG cu material de adaos a colţurilor dulapurilor de frigider. Această instalaţie realizează mecanizarea procesului de sudare în cadrul unei linii de fabricaţie a dulapurilor de frigider conducînd la mărirea productivităţii muncii şi ridicarea nivelului calitativ a îmbinărilor sudate.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 2 fig., 3 ref., bibl.

CZ : 621.791.7

Soare, D., Joni, N. : **Utilizarea procedeelor semimecanizate cu uscare locală la sudarea sub apă**

Pentru înlăturarea dezavantajelor care apar la tehnicile de sudare sub apă actuale se constată o dezvoltare a folosirii sudării MAG, semimecanizată sau mecanizată, cu protejarea spaţiului arcului şi a îmbinării sudate prin uscare locală cu ajutorul unor turbioni produşi de admisia concentrică a gazului protector, a aerului comprimat, iar — în exterior — a apei. Lucrarea prezintă principiul metodei, stadiul pe plan mondial şi posibilităţile de aplicare în R.S.R.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 4 fig., 3 ref., bibl.

CZ : 621.791.7

Olariu, C., Verbiţchi, V., Urs, G. : **Încărcarea prin sudare mecanizată sub flux a elementelor de etanşare de la unele robinete industriale**

Lucrarea tratează o aplicaţie a tehnologiei de încărcare prin sudare mecanizată sub flux la realizarea inelelor de etanşare de la robinetele de închidere cu ventil cu diametrul nominal (Dn) de 125 şi 150 mm. Se prezintă experimentările efectuate şi rezultatele obţinute la încărcarea prin sudare cu sîrme aliate cu crom (17%) şi fluxuri, fabricate în R. S. România.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 7 fig., 5 tab., 6 ref., bibl.

CZ : 669.14.018.4

Fleşer, T. : **Investigaţii asupra comportării oţelului X 12 Cr Ni W Ti 16.13 după solicitarea de lungă durată**

Oţelul refractar X 12 Cr Ni W Ti 16.13 se utilizează în atmosferă gazoasă cu temperatură ridicată. Se prezintă rezultatele cercetărilor întreprinse pe şarje noi de oţel. Analiza compoziţiei chimice, încercările mecanice de scurtă durată şi lungă durată, completate cu analiza structurală urmăresc să definească caracteristicile reprezentative pentru utilizare.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 6 fig., 4 tab., 3 ref., bibl.

CZ : 620.179.152 : 53.087.53

Truţa,T. : **Caracteristici şi testarea filmelor radiografice româneşti GAMAGRAF G_1 şi GAMAGRAF G_2**

Lucrarea îşi propune prezentarea caracteristicilor sensitometrice ale filmelor radiografice industriale româneşti precum şi a diagramelor de expunere şi a nivelului de detectabilitate. Folosind de Ir^{192}, Co^{60} şi radiaţii X (100 kV şi 180 kV), s-au ridicat curbele caracteristice ale filmelor determinîndu-se principalele mărimi sensitometrice. Diagramele de expunere s-au determinat atît pe cale experimentală cît şi pe cale analitică folosind metoda Brachet. Calitatea imaginii radiografice este caracterizată prin nivelele de detectibilitate în funcţie de energia sursei. În final sînt prezentate rezultatele obţinute în urma unui studiu comparativ efectuat pe filme radiografice româneşti şi pe filme STRUCTURIX similare, folosind piese cu fisuri reale.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 12 fig., 4 tab., 4 ref. bibl.

CZ : 620.179.14

Cramariuc, R., Olteanu, Ş., Chivu, V., Cobanu, Florentina, Scărlătescu, Tatiana, Cazac, C., Olteanu, Rodica, Jipa, S., Popa, Corina, Setnescu, R., Ilie, S., Robu, Teodora, Setnescu, Tanţa, Ilie, Diana, Cheregi, Georgeta, Mihalcea, I. : **Noi instalaţii pentru defectoscopie magnetică nedistructivă, concepute şi produse în I.C.P.E., destinate industriei constructoare de maşini şi energeticii**

Metoda defectoscopică nedistructivă cu pulberi magnetice este folosită pe scară tot mai largă în : industria constructoare de maşini, metalurgie, energetică, chimie precum şi în alte domenii de activitate. În ultima perioadă, în I.C.P.E. s-au realizat noi tipuri de aparate şi instalaţii pentru controlul magnetoscopic, care completează gama de produse de acest tip deja cunoscute.

Defectoscopul DIR 6500 este destinat controlului pieselor foarte mari din industria constructoare de maşini ca : arbori cotiţi mari pentru motocompresoare, tije de pistoane şi altele. Este folosit cu bune rezultate la „23 August" Bucureşti.

Instalaţia de control magnetic cu pulberi pentru controlul ţevilor sudate longitudinal cu diametrul exterior de 1420 mm este destinată controlului capetelor şanfrenate ale ţevilor destinate construcţiei gazoductului de transport al gazului metan sub presiune.

Generatorul de magnetizare portabil tip GM-70, a fost creat pentru controlul axelor rotoarelor de turbină, dar poate fi folosit şi pentru alte categorii de piese.

În încheierea lucrării sînt prezentate posibilităţile de extindere a metodei de control cu revelatori magnetici pentru noi tipuri de produse din diverse domenii de activitate.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 7 fig., 5 ref. bibl.

CONTENTS

DC : 621.791.7

Trofin, Ileana, Toth, A.R. : **Contributions to the development of control systems of SC type arc welding parameters to be used in complex welding units controlled by electronic computers**

Recently, I.S.I.M. Timişoara has bade researches and laboratory experiences and has layed-out the basic diagrams and the main functional blocks of certain new types of control systems for arc welding parameters — connectable to a microprocessor — called SC —μC type systems. The work briefly describes the working of these blocks and presents the technical performances of the control systems connected to a microprocessor — as compared to those of analogue SC type control systems, approved by I.S.I.M. in 1985.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 1 fig., 4 bibl. paps.

DC : 621.791.7

Dehelean, D. : **The influence of workpiece length on the thermal field in rotating arc welding**

The work presents a research method of the thermal field in modelling arc welding. Using an equivalent electric diagram the influence of the workpieces length is studied, respectively of the heat exchange through convection with the exterior on the thermal field in rotating arc welding. The critical length of the workpiece is defined ; on exceeding it the thermal field becomes independent of the length.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 6 figs., 4 tabs., 5 bibl. paps.

DC : 621.791.7

Boitor, V., Dobrescu, C., Bihoi, R., Tonea, S. : **TIG welding unit using filler metal for welding cooling boxes**

The work presents the description of a mechanised TIG welding unit using filler metal for welding cooling boxes. This unit enables the mechanizing of the welding process within the production line of cooling boxes leading to a higher work productivity and to a higher welded joint quality.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 2 figs., 3 bibl. paps.

DC : 621.791.7

Soare, D., Joni, N. : **Application of semimechanized processes with local drying in underwater welding**

A developement of the application of semimechanized and mechanized metal arc welding with arc zone and welded joint protection by local drying by means of eddies produced during the concentric admission of the shielding gas, the compressed — air and the water in exterior is meant to eliminate the shortcominge occurring in present underwater welding techniques. The work presents the method principle, its development state on the world level and the application possibilities in Romania.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 4 figs., 3 bibl. paps.

DC : 621.791.7

Olariu, C., Verbiţchi, V., Urs, G. : **Mechanised flux surfacing of sealing elements for industrial taps**

The work deals with an application of mechanised flux surfacing of sealing rings for valve sealing taps with a nominal diameter (Dn) of 125 and 150 mm. The experiences and the results of surfacing both with Romanian made chrome (17%) alloyed wires and fluxes are presented.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 7 figs., 5 tabs., 6 bibl. paps.

DC : 669.14.018.4

Fleşer, T. : **Investigation on the behaviour of X 12 Cr Ni W Ti 16.13 steel after long term loading**

The X 12 Cr Ni W Ti 16.13 heat resisting steel is used in high temperature gas atmosphere the results of the researches made on new heats of steel are presented. The chemical composition, the short and long term mechanical tests, completed with structural analyses are meant to define the characteristics that are representative for use.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 6 figs., 4 tabs., 3 bibl. paps.

DC : 620.179.152 : 53.087.53

Truţa, T. : **The characteristics and testing of Romanian x-ray GAMAGRAF G_1 and GAMAGRAF G_2 films**

The work presents the sensitometric characteristics of the Romanian x-ray industrial films, as well as of the exposure diagrams and of the detectability levels.

Using Ir^{192}, Co^{60} sources and x-rays-100 kV and 180 kV, the characteristic curves of the films have ascended, determining the main sensitometric values. The exposure diagrams have been determined experimentally as well as analitically through the Brachet method. The x-ray image quality is characterized by the detectability levels depending on the source of energy. Finally, the results of a comparative study on Romanian x-ray films and on similar STRUCTURIX films, using parts with real cracks, are presented.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 12 figs., 4 tabs., 4 bibl. paps.

DC : 620.179.14

Cramariuc, R., Olteanu, Ş., Chivu, V., Cobanu, Florentina, Scărlătescu, Tatiana, Cazac, C., Olteanu, Rodica, Jipa, S., Popa, Corina, Setnescu, R., Ilie, S., Robu, Teodora, Setnescu, Tanţa, Ilie, Diana, Cheregi, Georgeta, Mihalcea, I. : **New non-destructive magnetic fault finders designed and manufactured By I.C.P.E. for machine building industry and energetics**

The non-destructive magnetic fault finding method with magnetic powders has been increasingly used in the machine building and metal-working industries, energetics and chemistry as well as in other fields. I.C.P.E. has lately developed new types of apparatures and installations for the magnetoscope control that supplement the type of product range already known.

DIR 6500 fault finder is designed to control very large parts in machine building like : big crankshafts for motor compressorss, piston rods a.s.o. It has given very good results at the „23 August" Entreprise.

The magnetic control installations with powders for longitudinally soldered pipes with an outer diameter of 1420 mm is designed for bevelled ends of pipes used in the construction of methane gas ducts under pressure.

The portable magnetization generator GM-0.7 has been developed for the control of turbine rotor axles, but it can be also used for other parts.

The conclusion of the paper shows the development capabilities of magnetic fault finding control method for new types of products in various fields.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 7 figs., 5 bibl. paps.

DC : 620.179.14

Varga, L. : **Magnetical structuroscopy by the spectrum of magnetization processes**

We propose a new method in the magnetic structuroscopy based on numerical evaluation of the experimental magnetisation curve, obtaining an $f(h)$ spectrum, which is slightly modified at small changes in the structural characteristics.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 3 figs., 5 bibl. paps.

SOMMAIRES

CD : 621.791.7

Trofin, Ileana, Toth, A.R. : **Contributions au perfectionnement des systèmes de contrôle des paramètres de soudage à l'arc type SC en vue de leur utilisation dans des installations complexes de soudage assistées d'ordinateurs électroniques**

Récemment à l'Institut de Soudure et d'Essais de Matériaux (I.S.I.M.) Timişoara on a effectué des recherches et des expérimentations en laboratoire qui ont servi de base à l'élaboration des schémas de principe et des blocs fonctionnels principaux pour de nouveaux types (SC-μC) de systèmes de contrôle des paramètres de soudage à l'arc assistés de microprocesseur. On décrit le mode fonctionnement des blocs mentionnés et on présente les performances techniques des systèmes de contrôle assistés de microprocesseur par rapport à celles des systèmes de contrôle analogues du type SC, homologués à I.S.I.M. en 1985.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 1 fig., 4 réf. bibl.

CD : 621.791.7

Dehelean, D. : **L'influence de la longueur de la pièce sur le champ thermique au soudage à l'arc rotatif**

On présente une méthode d'étude du champ thermique au soudage par simulation électrique. A l'aide d'un schéma électrique équivalent on étudie l'influence de la longueur des pièces et de l'échange de chaleur par convection, avec l'extérieur, sur le champ thermique, au soudage à l'arc rotatif. En partant des résultats obtenus on définit une longueur critique de la pièce au-dessus de laquelle le champ thermique devient indépendent de la longueur.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 6 fig., 4 tab., 5 réf. bibl.

CD : 621.791.7

Boitor, V., Dobrescu, C., Bihoi, R., Tonea, S. : **Installation de soudage par le procédé TIG avec matérial d'apport des coins des armoires frigorifiques**

On décrit une installation mécanisée de soudage par le procédé TIG avec matérial d'apport des coins des armoires frigorifiques. A l'aide de cette installation on mécanise la ligne de fabication des armoires frigorifiques ce qui a pour effet l'augmentation de la productivité du travail et assure une meilleure qualité des joints soudés.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 2 fig., 3 réf. bibl.

CD : 621.791.7

Soare, D., Joni, N. : **L'utilisation des procédés sémimécanisés à séchage local pour le soudage sous l'eau**

Afin d'éliminer les désavantages des techniques actuelles de soudage sous l'eau, on a développé le soudage MAG, sémimécanisé ou mécanisé, à protection de l'arc et des joints soudés par séchage local à l'aide des tourbillons produits par l'admission concentrique du gaz protecteur, de l'air comprimé et, à l'extérieur, de l'eau. Ce travail présente le principe de la méthode, son utilisation dans le monde et les possibilités d'application en Roumanie.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 4 fig., 3 réf. bibl.

CD : 621.791.7

Olariu, C., Verbiţchi, V., Urs, G. : **Le rechargement par soudage mécanisé sous flux des éléments d'étanchéité de certains robinets industriels**

On présente une application de la technologie de rechargement par soudage mécanisé sous flux à l'exécution des anneaux d'étanchéité des robinets d'arrêt à clapet de diamètre nominal (Dn) 125 et 150 mm. On présente les expérimentations effectuées et les résultats obtenus au rechargement par soudage avec des fils alliés au chrome (17%) et avec des flux produits en Roumanie.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 7 fig., 5 tab., 6 réf. bibl.

CD : 669.14.018.4

Fleşer, T. : **Etude sur le comportement de l'acier X 12 Cr Ni W Ti 16.13 après la sollicitation de longue durée**

L'acier réfractaire X 12 Cr Ni W Ti 16.13 est utilisé en milieu de gaz à des hautes températures. On présente les résultats des recherches effectuées sur de nouveaux charges d'acier. L'analyse de la composition chimique, les essais mécaniques de courte et de longue durée, ainsi que l'analyse structurale sont censés définir les caracteristiques d'utilisation.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 6 fig., 4 tab., 3 réf. bibl.

CD : 620.179.152 : 53.087.53

Truţa, T. : **Caractéristiques et essais des films radiographiques roumains GAMAGRAF G_1 et GAMAGRAF G_2**

On présente les caractéristiques sensitométriques des film radiographiques industriels roumains, ainsi que des diagrammes d'exposition et des niveaux de détectabilité. A l'aide des sources à Ir^{192}, Co^{60} et à radiations Roentgen — 100 kV et 180 kV on a prélevé les courbes caractéristiques des films pour déterminer les principales grandeurs sensitométriques. Les diagrammes d'exposition ont été déterminés par voie expérimentale, ainsi que par voie analytique en utilisant la méthode Brachet. La qualité de l'image radiographique est caractérisée par les niveaux de détectabilité en fonction de l'énergie de la source. On présente les résultats obtenus d'une étude comparative sur des films radiographiques roumains et sur des films STRUCTURIX analogues, en utilisant des pièces à fissures rélles.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 12 fig., 4 tab., 4 réf. bibl.

CD : 620.179.14

Cramariuc, R., Olteanu, Ş., Chivu, V., Cobanu, Florentina, Scărlătescu, Tatiana, Cazac, C., Olteanu, Rodica, Jipa, S., Popa, Corina, Setnescu, R., Ilie, S., Robu, Teodora, Setnescu, Tanţa, Ilie, Diana, Cheregi, Georgeta, Mihalcea, I. : **De nouvelles installations pour la défectoscopie magnetique non-destructive conçues et produites en I.C.P.E., destinées a l'industrie des constructions mécaniques et a l'énergétique**

La méthode défectoscopique non-destructive à poussières magnétiques est utilisée de plus en plus dans l'industrie de construction de machines, la métallurgie, l'énergetique, la chimie, ainci que dans d'autres domaines d'activité. En I.C.P.E. on a récemment réalisé du nouveaux appareils et installations pour le contrôle magnétoscopique qui élarigissent la gamme de produits de ce type déjà connus.

La défectoscope DIR 6500 est destiné au contrôle de pièces de dimensions trés grandes de l'industrie de construction de machines comme : vilebrequins de grandes dimension pour motocompresseurs, tiges de piston, ainsi de suite, Il est employé à bons résultats par l'Entreprise „23 August".

L'installations de contrôle magnétique à poussière pour la contrôle des conduites soudées longitudinalement, à diamètre extérieur de 142 mm, est destinée au contrôle des bouts chanfreinés des conduites pour la construction du gazo-duct de transport ru gaz-méthane sous pression.

Le générateur de magnétisation portable type GM-0,7 a été créé pour le contrôle des axes des rotors ed turbine, tout en étant utilisé pour d'autres catégories de pièces.

Pour conclure, on y présente les possibilités d'elargissement de la gamme d'applications de la méthode de contrôle à poussières magnétiques à de nouveaux types de produit de divers domaines d'activité.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 7 fig., 5 réf. bibl.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 621.791.7

Trofin, Ileana, Toth, A.R., : **Beiträge zur Vervollkommnung der Prüfsysteme der Licht — bogenschweissparameter Typ SC für ihre Anwendung im Rahmen der von elektronischen Rechnern überwachten komplexen Schweissanlagen**

Neulich, erfolgten bei ISIM — Timişoara Forschungen und Versuche unter Laborbedingungen, nach denen das elektrische Schalt — bild und die funktionellen Hauptblocks von neuen Prüfsystemtypen der Lichtbogenschweissparameter ausgearbeitst wurden, die mit einem Mikroprozessrechner koppelbar sind und als Systeme Type SC— μC bezeichnet werden. Der Beitrag beschreibt kurz die Betriebsart dieser Blocks und stellt die technischen Leistungen der gekoppelten Prüfsystemen mit dem Mikroprozessrechner — im Vergleich mit den analogen Prüfsystemen Typ SC, die bei I.S.I.M. im Jahre 1985 geprüft wurden, dar.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 1 Bild., 4 Lit.

DK : 621.791.7

Dehelean, D. : **Der Längeneinfluss des Werkstückes auf das Wärmefeld beim magnetisch bewegten Lichtbogen**

Im Beitrag wird eine Methode des Wärmefeldstadiums beim Schweissen durch elektrisches Modellieren, dagestellt. Durch das Benützen eines gleichwertigen Stromlaufplanes wird der Einfluss der Werkstüklängen beziehungsweise des Wärmewechsels durch Konvektion mit dem Äusseren auf das Wärmefeld beim Schweissen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen, studiert. Aufgrund der erhaltenen Ergebnisse wird eine kritische Länge des Werkstückes definiert, bei deren Überschreitung das Wärmefeld unabhängig von der Länge wird.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 6 Bild., 4 Taf., 5 Lit.

DK : 621.791.7

Boitor, V., Dobrescu, C., Bihoi, R., Tonea, S. : **Schweissanlage nach dem WIG — Verfahren mit Zusatzwerkstoff der Einskastenecken**

Der Beitrage stellt die Beschreibung einer mechanisierten Schweissanlage nach dem WIG — Verfahren mit Zusatzwerkstoff der Einkastenecken, dar. Diese Anlage realisiert die Mechanisierung des Schweissprozesses im Rahmen einer Herstellungs — linie der Eiskästen, indem es zur Produktivitäts — und zur qualitativen Erhöhung der Schweissverbindungen führt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 2 Bild., 3 Lit.

DK : 621.791.7

Soare, D., Joni, N : **Die Anwendung der halbautomatischen Verfahren mit örtlichem Trocknen beim Unterwasserschweissen**

Zur Vermeidung der beim Unterwasserschweissen erschienenen gegenwärtigen Schweissverfahren, wird eine Entwicklung der Anwendung des MAG — Schweissens, des mechanisierten oder halbmechanisierten Schweissens, mit dem Schutz des Licht bogenraumes und der Schweissverbindung durch örtliches Trocknen mit Hilfe von Wirbel, die durch konzentrische Zulassung des Schutzgases, der Druckluft und aussen vom Wasser hervorgerufen wurden, festgestellt. Der Beitrag stellt das Verfahrensprinzip, das Stadium auf der Weltebene und die Anwendungsmöglichkeiten in der SRR, dar.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 4 Bild., 3 Lit.

DK : 621.791.7

Olariu, C., Verbiţchi, V., Urs, G. : **Das mechanisierte Unterpulverauftragschweissen der Dichtungsbestandteile einiger Industriehähne**

Der Beitrag behandelt eine Technologieanwendung des mechanisierten Unterpulverauftragshweissens bei der Ausführung von Dichtungsringen der Ventilverschlusshähne mit dem Nonndurchmesser (Dn) von 125 und 150 mm. Es werden die ausgeführten Untersuchungen und die erhaltenen Ergebnisse beim Auftragschweissen mit legierten Chromdrähten (17%) und die in der S.R. Rumänien erzeugten Schweisspulver, dargestellt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 7 Bild., 5 Taf. 6 Lit.

DK : 669.14.018.4

Fleşer, T. : **Untersuchungen über das Verhalten des Stahles X 12 Cr Ni W Ti 16.13 nach einer Langzeitbeanspruchung**

Der warmfeste Stahl X 12 Cr Ni W Ti 16.13 wird in einer Gasatmosphäre bei hohen Temperaturen eingesetzt. Es werden die Ergebnisse von Untersuchungen an neuen Stahlschmelzen mitgeteilt. Anhand von Analyse der chemichen Zusammensetzung, mechanischen Kurzzeit — und Langzeitversuchen, sowie Gefügeuntersuchungen werden die für den Einsatz wesentlichen Kennwerte definiert.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 6 Bild., 4 Taf., 3 Lit.

DK : 620.179.152 : 53.087.53

Trută, T. : **Eigenschaften und Untersuchung der rumänischen Röntgenfilme GAMAGRAF G_1 und GAMAGRAF G_2**

In der Arbeit werden die sensitometrischen Eigenschaften der rumänischen industriellen Röntgenfilme wiedergegeben, sowie die Belichtungsdiagramme und Empfindlichkeitsniveaus. Bei der Bestimmung mit Hilfe der charakteristischen Kurven der wichtigsten sensitometrischen Grössen wurden Ir^{192} und Co^{60} Strahlenquellen sowie 100 kV und 180 kV Röntgenstrahlen benutzt. Die Belichtungsdiagramme wurden sowohl experimentell als auch analytisch, durch die Brachèt — Methode, bestimmt. Die radiographische Bildgüte wird durch Empfindlichkeitsniveaus in Abhängigkeit von der Energie der Strahlenquelle charakterisiert. Abschliessend werden die Resultate einer vergleichenden Untersuchung mit rumänischen Röntgenfilmen und äquivalenten STRUCTURIX Filmen wiedergegeben, wobei Werkstücke mit realen Rissen benützt wurden.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 12 Bild., 4 Taf., 4 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 621.791.7

Трофин, Илеана, Тот, А.Р.: *Вклады в совершенствование систем контроля параметров дуговой сварки Типа SC ввиду их использования в рамках комплексных сварочных установок, управленных ЭВМ*

В ИСИМ Тимишоара проведены исследования и экспериментальные работы в лабораторных условиях, вследствие которых разработаны принципиальные схемы и основные функциональные блоки новых типов систем контроля параметров дуговой сварки, подключенных к микропроцессору, называемых системы типа SC—µC. Вкратце описан способ работы данных блоков и представлены технические достижения систем контроля, подключенных к микропроцессору по сравнению с достижениями систем контроля SC, утвержденных в ИСИМ в 1985 г.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 11, 1 фиг., 4 лит.

ДК : 621.791.7

Дехелеан, Д.: *Влияние длины изделия на термическое поле при сварке вращающей дугой*

Представлен метод изучения термического поля при сварке электрическим моделированием. При помощи электрической эквивалентной схемы изучают влияние длины изделий и конвективный теплообмен с наружной атмосферой. На основе полученных результатов определяют критическую длину изделия при превышении каторой термическое поле становит независимым от длины.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 11, 6 фиг., 4 таб., 5 лит.

ДК : 621.791.7

Боитор, В., Добреску, К., Бихой. Р., Тонеа, С.: *Установка для сварки ВИГ с присадочным материалом углов шкафоф холодильников*

Описывают механизированную установку для сварки ВИГ с присадочным материалом углов шкафов холодильников. Эти установка осуществляет механизацию сварочного процесса в рамках линии производства шкафов холодильников, то что приведёт к увеличению производительности и качественного уровня сварных соединений.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 11, 2 фиг., 3 лит.

ДК : 621.791.7

Соаре, Д., Жонн, Н.: *Применение полумеханизированных способов с местным высушиванием при сварке под водой*

В связи с удалением невыгодностей появляющихся при современных техниках сварки под водой констатируется развитие применения полумеханизированной или механизированной сварки способом МАГ, с защитой промежутка дуги и сварного соединения местным высушиванием с помощью вихрей созданных концентричной подачей защитного газа, сжатого воздуха, а снаружи — воды. Данная работа представляет принцип метода, его состояние на мировом уровне и возможности применения в С.Р.Р.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 11, 4 фиг., 3 лит.

ДК : 621.791.7

Оларию, К., Вербицки, В., Урс, Г.: *Механизированная наплавка под флюсом уплотнительных элементов промышленных кранов*

Работа трактирует применение технологии механизированной наплавки под флюсом при изготовлении уплотнительных колец запорного крана с вентилем номинального диаметра (Д) 125 и 150 мм. Представлены выполненные опыты и полученные результаты при наплавке с легированной с Cr (17%) проволокой и изготовленными в С.С.Р. флюсами.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 11, 7 фиг., 5 таб., 6 лит.

ДК : 669.14.018.4

Флешер, Т.: *Исследования по поведению жаропрочной стали X 12 Cr Ni W Ti 16.13 после долговременного нагружения*

Жаропрочная стали X 12 Cr Ni W Ti 16.13 используется в газовой среде при повышенной температуре. Представлены результаты предпринятых исследований на новых плавках данной стали. Анализ химического состава, механические испытания при кратковременном и долговременном нагружениях вместе с структурным анализом направлены к определению основных характеристик использования данной стали.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 11, 6 фиг., 4 таб., 3 лит.

ДК : 620.179.152 : 53.087.53

Труца, Т.: *Характеристики и проверка способностей при помощи теста румынских радиографических пленок GAMAGRAF G_1 и GAMAGRAF G_2*

Приведены сенситометрические характеристики румынских радиографических промышленных пленок, а также и диаграмм изложения и уровней детектирования Ir^{192}, Co^{60} и излучения X — 100 кВ и 180 кВ составлены кривые характеристики пленок определяя основные сенситометрические повышения. Диаграммы изложения определяли как экспериментально, так и аналитически применяя метод Браше. Качество радиографическоге оформления характеризуется уровнями детектирования в зависимости от электрической энергии источника. В конце представлены результаты полученые сравнительным исследованием сделаным на румынских радиографических пленок и на подобных пленках STRUKTURIX, применяя частей с реальными трещинами.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 11, 12 фиг., 4 таб., 4 лит.

ДК : 620.179.14

Крамарюк, Р., Олтеану, Ш., Киву, В., Кебану, Флорентина, Скэрлэтеску, Татнана, Казак, К., Олтеану, Родика, Жипа, С., Попа, Корина, Сетнеску, Р., Илие, С., Робу, Теодора, Сетнеску, Танца, Илие, Диана, Кереджи, Джорджета, Михалчя, И.: *Новые установки для магнитной недеструктивной дефектоскопии, разработанные и изготовленные в И.К.П.Э. и предназначенные машиностроительной промышленности и энергетики*

Дефектоскопический недеструктивный метод с магнитными порошками используется в широком масштабе в рамках: машиностроительной промышленности, металлургии, энергетики, химии, а также и в других областях деятельности. В последнее время в И.К.П.Э. разработались новые типы аппаратов и установок для магнитоскопического контроля, которые комплектируют широкий ряд известных изделий того же типа.

Constructia de maşini, 39 (1987),
н. 11, 7 фиг., 5 лит.

CZ : 620.179.14

Varga, L. : **Structuroscopie magnetică prin spectrul proceselor de magnetizare**

Se propune o nouă metodă în structuroscopie magnetică bazată pe prelucrarea numerică a curbei de magnetizare experimentale, obținînd un spectru $f(h)$, care se modifică sensibil la micile variații ale caracteristicilor structurale.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 11, 3 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 620.179.14 : 669.112.227.1

Varga, L. : **Probleme legate de definirea și determinarea austenitei reziduale**

Discutînd metodele de determinare a conținutului de austenită reziduală, se arată, că în afara metodei magnetice, toate celelalte depind de un factor teoretic care introduce o incertitudine în evaluările cantitative. Se propune introducerea „indicelui de austenită", definit prin diferența relativă a saturației magnetice a probei de controlat față de o probă etalon obținută prin revenire adecvată pentru o marcă de oțel dat. Metodologia prezentată poate constitui baza de elaborare a unui viitor standard.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 11, 4 fig., 1 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 621.620.1 : 621.436

Forje, A., Vlad, M., Morariu, Maria, Vlad, Doina, Manea, D. : **Criterii de oportunitate privind introducerea standurilor de încercare și rodaj pentru motoare diesel, cu recuperarea energiei de frînare**

În articol se prezintă soluții aplicabile pentru recuperarea energiei disipate prin frînarea care se aplică în mod voit la rodajul și încercarea de serie a motoarelor diesel avînd cuprinse in interval 20—100 C.P. Soluțiile prezentate se referă atît la metode și instalații existente, cît și la metode și instalații noi, neaplicate încă în producția de serie, în țară.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 11, 4 fig., 3 tab., 2 ref. bibl.

DC : 620.179.14 : 669.112.227.1

Varga, L. : **On the definition and determination of the retained austenite content**

On discussing the determination methods of the retained austenite content, it is shown that, except for the magnetic methods, all the others depend on a theoretical factor that introduces an uncertainty in the quantitative evaluations. We propose the introduction of the „austenite index', a quantity defined by the relative difference of the magnetic saturation of the controlled probe with respect to an etalon probe obtained by a proper tempering heat treatment for each given type of steel. The present methodology may constitute the base for a future standard.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 11, 4 figs., 1 tab., 5 bibl. paps.

DC : 621.620.1 : 621.436

Forje, A., Vlad, M., Morariu, Maria, Vlad, Doina, Manea, D. : **Opportunity Criteria for the Introduction of Testing and Running — In Stands for Diesel Engines, with the Recovery of the Energy of Braking**

The paper presents applicable solutions for the recovery of the energy dissipated through braking, during the running-in period and serial testing of Diesel engines with power between 20—100 hp. The described solutions both to the existing methods and facilities and to new ones, that haven't been yet applied in serial production in our country.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 11, 4 figs., 3 tabs., 20 bibl. paps.

CD : 620.179.14

Varga, L. : **Structuroscopie magnétique à l'aide du spèctre des processus de magnétisation**

On propose une nouvelle méthode de structuroscopie magnétique basée sur le traitement numérique de la courbe de magnetisation expérimentale. On obtient un spèctre $f(h)$ qui se modifie sensiblement aux moindres variations des caractéristiques structurales.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 11, 3 fig., 5 réf. bibl.

CD : 620.179.14 : 669.112.227.1

Varga, L. : **Sur la définition et la détermination de la teneur en austénite résiduelle**

On effectue une comparaison des méthodes de detérmination de la teneur en austénite résiduelle et on met en évidence qu'à part la méthode magnétique toutes les autres méthodes dépendent d'un coefficient théorique introduisant une certaine incertitude dans les évaluations quantitatives. On propose l'introduction de „l'indice d'austénite" défini par la différence relative entre la saturation magnétique de l'échantillon à contrôler et celle de l'échantillon-étalon obtenu par revenu adéquat. La méthodologie présentée peut servir de base à l'élaboration d'un future norme.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 11, 4 fig., 1 tab., 5 réf. bibl.

CD : 621.620.1 : 621.436

Forje, A., Vlad, M., Morariu, Maria, Vlad, Doina, Manea, D. : **Critères d'opportunité concernant l'utilisation des stands d'essai et de rodage des moteurs diesel a récupération de l'énergie de freinage**

L'article présente quelques solutions applicables pour récupérer l'énergie dissipée par le freinage contrôlé lors du rodage et des essais en série des moteurs Diesel dont la puissance s'étend de 20 à 100 CV. Les solution présentées se rapportent tant aux méthodes et installations qui existent déjà, qu'aux méthodes et installations nouvelles, qui ne sont pas encore réalisées en série en Roumanie.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 11, 3 fig., 4 tab., 20 ref. bibl.

DK : 620.179.14

Cramariuc, R., Olteanu, Ș., Chivu, V., Cobanu, Florentina, Scărlătescu, Tatiana, Cazac, C., Olteanu, Rodica, Jipa, S., Popa, Corina, Setnescu, R., Ilie, S., Robu, Teodora, Setnescu, Tanța, Ilie, Diana, Cheregi, Georgeta, Mihalcea, I. : **Neue, im I.C.P.E. Konzipierte und Hergestellten anlagen zur nichtdestruktiven magnetischem Defectoskopie für die Maschinenbauindustrie und für die Energetik**

Die nichtdestruktive Defectoskopie mit magnetischen Pulvern wir wird immer mehr in der Maschinenbauindustrie, Metallurgie, Energetik, Chemie und in anderen Bereichen angewendet. In der letzten zeit wurden im I.C.P.E. neue Geräte — und Anlagentypen zur magnetoskopischen Kontrolle hergestellt, die die schon beleannten Produkte dieser Art ergänzen.

Der DIR 6500 — Defektoskop wird zur Kontrolle von sehr grossen Bestandteilen in der Maschinenbauindustrie, wie grosse Kurbelwellen für Motorkompressoraggregate, Kolbenstangen u.a. verwendet. Er wird mit guten ergebnissen im „23 August" — Betrieb verwendet.

Die magnetische Kontroll anlage mit Pulvern für die Kontrolle der längsgeschweissten Rohre mit einem Aussendurchimesser von 1420 mm wird zur Kontrolle der abgeschrägten Endern der Rohre für Methangas — Druckleitungen verwendet.

Der tragbare Magnetisiergenerator vom Typ GM-0,7 wurde für die Kontrolle der Achsen der Turbinengeneratoren hergestellt, kann aber auch für andere Werkstückkategorien verwendet werden.

Im Abschluss des Beitrages werden die röglichkeiten zur Erweiterung der Kontrollmethode mit magnetischen Entwicklern für neue Produkte aus verschiedenen Anwendungsgebieten aufgezeigt.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 11, 7 Bild., 5 Lit.

DK : 620.179.14

Varga, L.: **Die magnetische Strukturoskopie durch das Spektrum der Magnetisierungsprozesse**

Es wird eine neue Methode in der magnetischen Strukturoskopie aufgrund der numerischen Verarbeitung der experimentellen Magnetisierungskurve vorgestellt, indem ein Spektrum $f(h)$ erhalten wird, das sich empfindlich bei den kleinen Variationen der Gefügecharakteristiken ändert.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 3 Bild., 5 Lit.

DK : 620.179.14 : 669.112.227.1

Varga, L.: **Über die Probleme der Definierung und Bestimmung des Rückstandsautenites**

Bei der Besprechung der Bestimmungsmethoden des Rückstandsaustenitgehaltes wird gezeigt, dass ausser der magnetischen Methode, alle anderen von einem Faktor abhängen, der eine Unsicherheit in der Quantitätsbewertung einführt. Es wird die Einführung „der Austenitszahl" vorgeschlagen, die durch einen relativen Unterschied der magnetischen Sättigung der Prüfprobe gegenüber der Eichprobe durch geeignetes Anlassen für eine gegebene Stahlmarke erhalten wurde. Die vorgestellte Methodologie kann dei Grundlage für eine zukünftige Normausarbeitung sein.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 11, 4 Bild., 1 Taf., 5 Lit.

DK : 621.620.1 : 621.436

Forje, A., Vlad, M., Morariu, Maria, Vlad, Doina, Manea, D.: **Nützlichkeitskreiterien zur Einführung der Prüf — und Einlaufstände für Dieselmotoren mit Rückgewinnung der Bremsenergie**

Im Artikel werden anwendbare Lösungen zur Rückgewinnung der abgeführten Bremsenergie, die absichtig beim Einlauf — und Serienversuchen der Dieselmotoren mit Leistungen zwischen 20—100 Pferdekraft angesetzt werden, dargestellt. Die aufgeführten Lösungen beziehen sich sowohl auf vorhandene Methoden und Anlagen als auf neue Methoden und Anlagen, die noch keine Anwendung in der Serienproduktion unseres Landes gefunden haben.

Construcţia de maşini, 39 (1987), Nr. 11, 4 Bild., 3 Taf., 20 Lit.

ДК : 620.179.14

Варга, Л.: *Магнитная структуроскопия спектром процессов намагниченности*

Предложен новый метод магнитный структуроскопии, основанный на численной обработке экспериментальной кривой намагниченности с получением резко изменяющегося спектра при небольших изменениях структурных характеристик.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 11, 3 фиг., 5 лит.

ДК : 620.179.14 : 669.112.227.1

Варга, Л.: *О вопросах связаных с пределением и установлением осадочного аустенита*

Обсуждая методы определения содержания осадочного аустенита, видно, что кроме магнитного метода, все остальные методы зависят от фактора, вносящего недостоверности в количесвенной оценке. Предлагается введение «аустенитного показателя», определенного относительной разницой магнитного насыщения контролируемого образца в зависимости от эталонного образца полученого при адекватном отпуске для стали данной марки. Представленная методика может составляет основу для разработки одного будущего стандарта.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 11, 4 фиг., 1 таб., 5 лит.

ДК : 620.621.1 : 621.436

Форже, А., Влад, М., Морарну, Мариа, Влад, Дойна, Манеа, Д.: *Критерии целесообразности введения испытательных и обкаточных стендов для дизельных двигателей, с рекуперацией энергии торможения*

В статье представлены решения, используемые для рекуперации энергии рессеяния путем торможения, которое применяется намеренно при обкатке и серийном испытании дизельных двигателей с мощностями, оквaченными в области 20—100 л.с. Представленные решения относятся как к существующим методам и установкам, так и к методам и установкам, неприменяемых еще в серийном производстве старны.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 11. 3 фиг., 4 таб., 20 лит.

Дефектоскоп DIR 6500 предназначен контролю огромных изделий машиностроительной промышленности, как: сплошные коленчатые валы для мотокомпрессоров, поршневой шток и др. Употребляется хорошими результатами предприятием «23 Августа».

Установка магнитного контроля с порошками для контроля продольно сварных труб с внешним диаметром 1420 мм предназначена контролю обработанных под фаску концов предназначенных изготовлении газопроводных труб болотного газа под давлением.

Портативный намагничиванный генератор типа GM — 0,7 разработался для контроля осей роторов турбины, но его можно использовать и при других категориях изделий.

В заключении работы представлены возможности расширения контрольного метода с магнитными проявителями для новых типах изделий из разных областях деятельности.

Construcţia de masini, 39 (1987),
н. 11, 7 фиг., 5 лит.

Condiții de prezentare a manuscriselor pentru revista „Construcția de mașini"

1. **Textul** unui articol împreună cu desenele să nu depășească 15 pag. convenționale, de 2000 semne.

2. **Dactilografierea** se execută la 2 rînduri în pag. de 2000 semne, pe hîrtie albă, pe o singură față a filei. Pagina va avea o margine albă de 3 cm lățime în stînga. Formulele se scriu foarte clar, cu semnele matematice și literele conform STAS, suficient de mari, cu tuș.

3. **Desenele** se execută în tuș pe calc, la dimensiuni între formatele A6 și A4. Dacă sînt figuri-foto, acestea nu trebuie să depășească formatul A4 și să fie foarte clare, cu efectele de contrast foarte pronunțate.

4. **Toate figurile și tabelele** care însoțesc articolul trebuie menționate în text. Figurile trebuie să aibe titluri și legende și să fie însoțite de un borderou de figuri dactilografiat pe o pagină separată de textul articolului. Nu se va scrie pe nici o figură titlul și legenda ; legătura se face prin numărul lor conform borderoului separat într-un plic adecvat prezentate. În tipografie diferitele elemente ale materialului (text, borderou de figuri, bibliografii, tabele) se prelucrează în secții diferite, de aceea ele trebuie prezentate pe foi separate.

5. **Tabelele trebuie** dactilografiate pe foi separate de text (în text li se va indica doar locul ca și pentru figuri), deoarece au alt regim tipografic.

6. **Bibliografia** trebuie dactilografiată tot pe o pagină separată de text și prezentată conform STAS nr. 6158-60 și anume : Cărți : numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul cărții (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual traducerea în lb. română), numărul ediției în cifre arabe, numărul volumului în cifre romane, locul publicării, pagina la care se trimite sau prima și ultima pagină a fragmentului. **Periodice :** numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul articolului (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual cu traducerea în lb. română), titlul periodicului precedat de cuvîntul „In ', numărul volumului sau anul de apariție (în cifre arabe) numărul de ordine al numărului de periodic, data numărului, pagina citată sau prima și ultima pagină a fragmentului citat sau a articolului întreg, după cum citează, doar o anumită pagină, un fragment, sau un articol în întregime. Cînd lucrarea citată a fost tradusă în lb. română, titlul se scrie în traducere, dar cu mențiunea că lucrarea a fost tradusă și din ce limbă.

7. **Predarea la redacție** a manuscrisului dactilografiat se face în două exemplare, din care un original și o copie. Originalul este însoțit de desenele în tuș pe calc și fotografii cînd este cazul, iar cel de-al doilea exemplar este însoțit de ozalide sau xerocopii alt figurilor în calc sau de al doilea rînd de fotografii, cînd este cazul.

8. Autorul trebuie **să garanteze conținutul științific** al articolului, iar textul prezentat redacției să fie revizuit după dactilografiere, deoarece în timpul fazelor editoriale și tipografice nu îl mai revede, deci nu mai poate interveni în acest text după predarea manuscrisului.

9. Conform regulilor editoriale manuscrisele și figurile — publicate sau nu — nu se mai restituie autorului.

10. Materialele, prezentate conform regulilor de mai sus, se primesc la redacția revistei „Construcția de mașini", la următoarea adresă :

    OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

    Redacția revistei „Construcția de mașini" Cal. Victoriei 133, Sector 1, clădirea mică, parter, cod 71102 BUCUREȘTI, Oficiul poștal 22, Căsuța poștală 22—125.

11. Orice informație și referință se pot obține la telefoanele : 59.71.35 sau 50.31.30 (direct) și 50.40.90/253 sau 274, redactor șef ing. TEODOSIA OPRESCU, redactor : ȘERBAN TEODORESCU.

12. Materialul va fi însoțit — obligatoriu — de o **adeverință** semnată de conducerea instituției unde activează autorul, specificînd respectarea legilor în vigoare cu privire la păstrarea secretului.

13. Va fi însoțit și de rezumatele lucrării în lb. română, franceză, engleză, rusă și germană.

CZ : 621.791.7

Contribuții la perfecționarea sistemelor de control al parametrilor de sudare cu arcul electric tip SC, în vederea utilizării acestora în cadrul unor instalații complexe de sudare, supravegheate de calculatoare electronice

Ing. Ileana **TROFIN**, tehn. Adalbert Rafael **TOTH** — Institutul de Sudură și Încercări de Materiale Timișoara

În ultimii ani, în economia națională au apărut obiective industriale de mare importanță, în cadrul cărora se realizează structuri și piese cu pretenții ridicate față de calitatea îmbinărilor sudate. Este tot mai evidentă necesitatea conceperii unor instalații de sudare cu performanțe superioare celor convenționale, cu un grad ridicat de mecanizare și automatizare.

Din studiul tendințelor și realizărilor recente pe plan mondial în domeniul echipamentelor de sudare cu arcul electric, rezultă că, pentru a se putea răspunde pretențiilor ridicate în prezent de producția de structuri sudate, cercetările noastre trebuie să fie direcționate spre implementarea în tehnica sudării a microprocesoarelor (calculatoarelor). Acestea satisfac pe deplin cerințele de control și comandă ale sistemelor complexe de sudare, conferindu-le totodată și o mare flexibilitate în exploatare [1, 2, 3].

În 1985, în cadrul institutului nostru au fost omologate sistemele, de tip analogic, pentru controlul parametrilor de sudare cu arcul electric tip SC. Pe baza experienței acumulate la asimilarea acestor produse, s-au efectuat în continuare cercetări și experimentări în condiții de laborator, care au condus la elaborarea schemelor de principiu și la realizarea practică a blocurilor funcționale, care vor fi în componența noilor tipuri de sisteme de control — cuplabile cu un microprocesor — denumite sisteme tip SC — μC.

În comparație cu sistemele analogice de control tip SC, sistemele tip SC — μC prezintă următoarele performanțe superioare :

— precizie mărită de măsurare și control al parametrilor datorită utilizării, pe de o parte, a unui bloc de măsură/afișare numerică și pe de altă parte, a unui microcalculator pentru efectuarea funcției de comparator și pentru furnizarea comenzilor spre echipamentul de sudare ;

— flexibilitate mărită în exploatare, deoarece, prin concepție, un același bloc de măsură este capabil să măsoare oricare dintre parametrii regimului de sudare cu arcul electric fără modificarea echipării sale : $U_{arc\ cc/ca}$, $I_{sud.\ cc/ca}$, V_{sudare}, $V_{electrod}$, T [°C] ; de asemenea microcalculatorul este el însuși un dispozitiv flexibil, întrucît poate fi reprogramat pentru a efectua o gamă largă de sarcini impuse de tehnologiile de sudare [1].

Schema-bloc a sistemelor de control cuplate cu un microcalculator de tip personal „a Mic" este dată în figura 1.

Cele trei mari blocuri funcționale ale sistemelor tip SC — μ C sînt :

— blocul de măsură și afișare digitală ;

— blocul interfață de ieșire spre microcalculator ;

— blocul interfață de reglare a parametrilor de sudare.

Blocul de măsură și afișare digitală asigură :

— achiziționarea informațiilor dinspre procesul de sudare, informații transmise de traductorii specifici fiecărui parametru în parte;

— convertirea acestor semnale în semnale de nivel 0—10 Vcc analog unificat. În cazul parametrilor U, I, T conversia are loc în cadrul circuitului de calcul al valorii eficace, iar în cazul parametrului viteză V, această conversie se realizează în cadrul sertarului specific de viteză [4], reutilizat de la sistemele analogice tip SC (convertorul frecvență/tensiune din figură) ;

— integrarea semnalului analog unificat 0—10 Vcc în blocul integrator [4] — reutilizat, de asemenea, de la sistemele analogice tip SC;

— introducerea semnalului analog unificat 0—10 Vcc integrat (și proporțional cu parametrul de sudare măsurat) în milivoltmetrul numeric, unde are loc transformarea acestuia în semnal numeric ;

— transmiterea — prin blocul de eșantionare/memorare, blocul de conversie BCO/binar — a semnalelor numerice (digitale) spre interfața de ieșire.

Din datele experimentale obținute rezultă că blocul de măsură și afișare numerică are clasa de precizie 1.

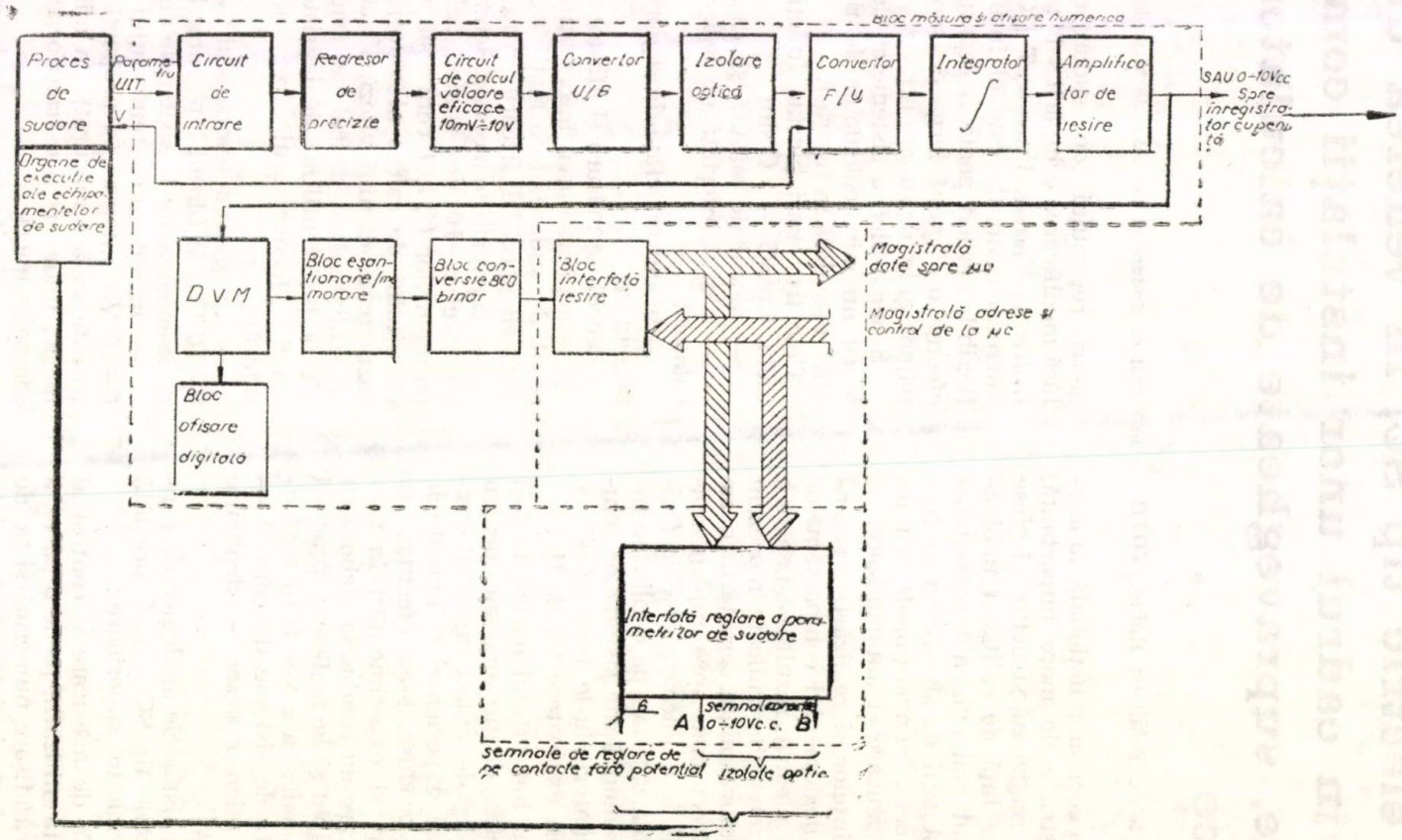


Fig. 1 Schema bloc a sistemelor de control cuplate cu microcalculator, tip SC — μC.

Interfața de ieșire este blocul care face posibilă transmiterea datelor dinspre procesul de sudare spre microcalculator.

Interfața de reglare este cea care furnizează decizii, conform programului utilizat, dinspre microcalculator spre organele de execuție ale instalației de sudare. Astfel, pot fi transmise ;

— semnale de reglare de la distanță (de pe contacte fără potențial), care acționează motoreductoarele cuplate pe axul potențiometrelor din etajul de prescriere al regulatoarelor echipamentelor de sudare (surse, tractoare de sudare, mese de rotire și poziționare etc.) ;

— semnale de corecție — cuprinse între 0—10 Vcc — spre regulatoarele analogice ale echipamentelor de sudare ; în acest caz fluxul de date de la microcalculator spre echipamentul de sudare se transmite după convertirea semnalelor numerice în semnale analogice la nivelul unui convertor digital/analogic (tip DAC 08) ;

— atît semnalele transmise potențiometrelor cu motoreductor, cît și cele de corècție au rolul de a readuce parametrul controlat în limitele prescrise de programul utilizator și introdus în microcalculator.

Într-o etapă următoare se va studia și experimenta interfața care să asigure cuplarea microcalculatorului cu o imprimantă, în vederea stocării pe suport de hîrtie a datelor care indică modul de desfășurare în timp a procesului de sudare. Totodată, blocurile funcționale prezentate succint mai sus, vor fi perfecționate astfel încît, împreună cu un calculator adecvat, să servească la execuția prototipului sistemelor de control tip SC — μC, utilizabile în condiții de exploatare industrială.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Lucas, W :* Computers in arc welding — the next industrial revolution. Part 2a : Microcomputers in control of arc welding equipment. Metal construction, 1985, nr. 1, p. 30—35.

[2] *Cvertko, A.I., Paton, V.E., Timcenko, V.A.* : Oborudovanie dlja mekanizirovannoj dugavoi svarki i naplavki, 1981, U.R.S.S. Masinostronje, Moskva, p. 230—262.

[3] *Kubisin, I. :* Primenenie vycislitel'nyk sistem dlja issledovanija svarocnyk processov. Informacionnye materialy, 1984, vyp2, RPP, I.S. Gliwice, p. 27—31.

[4] *Trofin, I., Kiss, P., Toth, A.R., Bihoi, R. :* Posibilități de utilizare a sistemelor de control al parametrilor de sudare în cadrul proceselor de sudare cu arcul electric. Sudură și încercări de materiale, 1984, nr. 5 p. 19—23.

CZ : 621.791.7

Influența lungimii piesei asupra cîmpului termic la sudarea cu arc rotitor

Dr. ing. Dorin **DEHELEAN** — Institutul de Sudură și Încercări de Materiale Timișoara

Introducere

Cunoașterea cîmpului termic la sudare este importantă pentru elaborarea tehnologiilor de sudare, respectiv pentru aprecierea transformărilor ce au avut loc în material datorită procesului de sudare. Pornind de la procesele energetice, a fost stabilită o metodă de optimizare a tehnologiilor de sudare cu arc rotitor, care are la bază determinarea cîmpului termic la sudare [1].

Cîmpul termic la sudare poate fi determinat analitic sau experimental. Metodele analitice presupun acceptarea unor ipoteze simplificatoare privind felul sursei de încălzire, dimensiunile piesei ce se sudează și caracteristicile termofizice ale materialelor [2].

Pentru cazul sudării cu arc rotitor, au fost stabilite formulele de calcul al cîmpului termic, luînd în considerare următoarele ipoteze [3] :

a. piese de sudat cu lungime infinită ;

b. arc electric ca sursă termică liniară instantanee ce se deplasează cu viteza v, sau sursă termică planară permanentă staționară;

c. caracteristicile termofizice ale materialului — independente de temperatură.

În foarte multe aplicații practice, se sudează piese cu lungimi relativ mici (flanșe, nipluri), astfel încît acceptarea ipotezei **a** conduce la obținerea unor rezultate cu erori inacceptabile. Aprecierea influenței lungimii pieselor asupra cîmpului termic poate fi efectuată pe cale experimentală ; un experiment direct presupune, însă, un consum ridicat de material și timp. O soluție avantajoasă pentru acest studiu o constituie utilizarea analogiei dintre cîmpul termic și cîmpul electric și efectuarea programului experimental folosind o schemă electrică echivalentă, [4].

Analogia dintre cîmpul termic și cîmpul electric

În tabelul 1 se prezintă analogiile dintre principalele mărimi fizice, respectiv legi termice și electrice.

Analogie între mărimile termice și electrice

Tabelul 1

Cîmp termic		Cîmp electric	
Mărime fizică	Unitatea de măsură	Mărime fizică	Unitatea de măsură
Temperatură, T	[°C]	Potențialul V	[V]
Flux termic, q	[W]	Curent electric I	[A]
Conductibilitate termică λ	[W/m °C]	Conductibilitate electrică σ	[1/Ωm]
Capacitate calorică, c	[J/°C]	Capacitate electrică C	[F]
Rezistență termică R_t	[°C/W]	Rezistență electrică R	[Ω]
Legea lui Fourier $q = -\lambda \text{ grad } T$		Legea lui Ohm $I = -\sigma \text{grad } V$	

Pe baza acestor analogii, o problemă de cîmp termic poate fi redusă la o problemă de cîmp electric. Un element de volum al corpului real a cărui încălzire se studiază, se reprezintă în

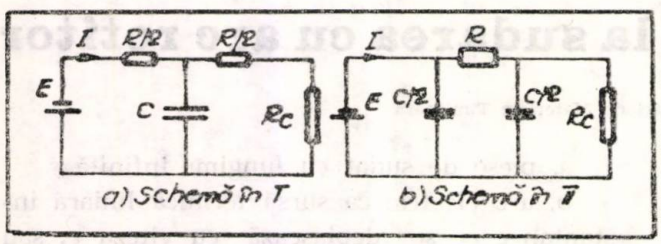


Fig. 1 Scheme electrice echivalente.

modelul electric printr-un cuadripol în „T" sau „TT" format din rezistențe și capacități, figura 1. Corpul real se înlocuiește în model printr-un lanț de cuadripoli. Rezistențele electrice se determină prin compararea legii lui Fourier și a legii de transmitere a căldurii prin convecție, cu legea lui Ohm, tabelul 2.

În tabelul 2 s-a luat în considerare un element de volum $\Delta v = \Delta x \cdot \Delta y \, \Delta z$, în care are loc propagarea căldurii în direcția y. Din punct de vedere formal, se poate defini în sis-

Analogii formale între cîmpul termic și cîmpul electric

Tabelul 2

Cîmp electric	Cîmp termic	
	Conducție	Convecție
$I = \frac{1}{R} \cdot U$	$q = \frac{\lambda \Delta z \cdot \Delta x}{\Delta_y} \cdot \Delta T$	$q = \alpha \Delta z \cdot \Delta x \cdot \Delta T$

temul termic o „rezistență de conducție" și o „rezistență de convecție". Căldura înmagazinată în elementul de volum se exprimă prin capacitatea C dată de relația :

$$C = \Delta v \, \rho c$$

unde ρ reprezintă densitatea, iar c capacitatea calorică a materialului.

Transpunerea mărimilor fizice termice în mărimi electrice se face cu ajutorul unor factori de conversie care se adoptă în mod corespunzător.

Schema electrică echivalentă pentru cazul sudării cu arc rotitor a unor țevi cu lungimea 1 este dată în figura 2.

Măsurînd potențialele în diferite puncte ale schemei electrice se obțin, prin analogie, temperaturile în punctele corespunzătoare ale corpului real. Prin modificarea curentului de alimentare al schemei echivalente se poate studia în mod simplu influența regimului de sudare asupra cîmpului termic.

Program experimental

Programul experimental a urmărit determinarea cîmpului termic prin modelare electrică pentru cazul sudării cu arc rotitor a unor

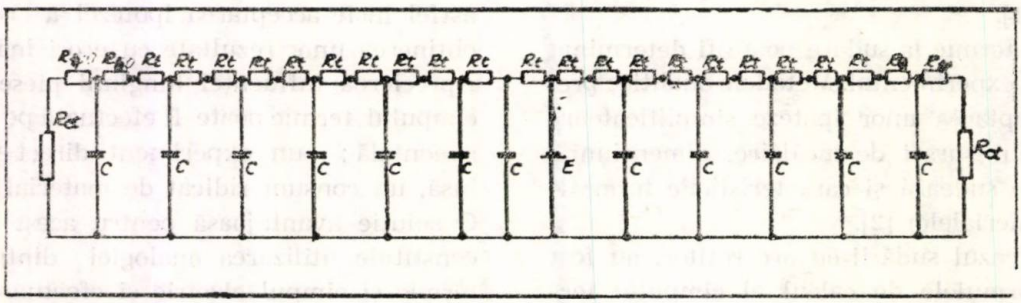


Fig. 2 Schemă electrică echivalentă a încălzirii la sudarea cu arc rotitor.

țevi ∅34 × 3 mm, din oțel OLT 35, cu lungimea 40 . k [mm], $k = 1 \div 10$, luînd în considerare următoarele date inițiale :

— curent de sudare $I_s = 100$ A ;

— tensiunea arcului $U_a = 24$ V ;

— randamentul încălzirii $\rho = 0{,}75$;

— conductibilitate termică $\lambda = 41{,}87$ W/m °C ;

— coeficient de transmitere a căldurii prin convecție = 1,046 kW/m² °C ;

— capacitate calorică $c = 0{,}656 \cdot 10^{-3}$ kJ/g °C.

Se neglijează schimbul de căldură cu exteriorul, prin suprafețele laterale ale piesei. Țeava de lungime 40 k s-a împărțit în 10 elemente cu o lungime de 4 mm, respectiv în (k—1) elemente cu lungimea de 40 mm. În tabelul 3 se prezintă valorile mărimilor termice și electrice pentru cazul considerat, iar în figura 3 schema electrică echivalentă. Considerînd că se sudează două piese cu dimensiuni identice, s-a modelat numai încălzirea unei piese.

Pentru a aprecia influența lungimii pieselor asupra cîmpului termic, s-au efectuat determinări ale potențialului electric în punctul P situat la 4 mm de zona de acțiune a arcului electric, la $k = 1 \div 10$. Pentru trasarea curbelor de variație $U = f(t)$, respectiv $T = f(t)$, s-a folosit un instrument înregistrator $x - y$ cu clasa de precizie 1. În figura 4 sînt indicate

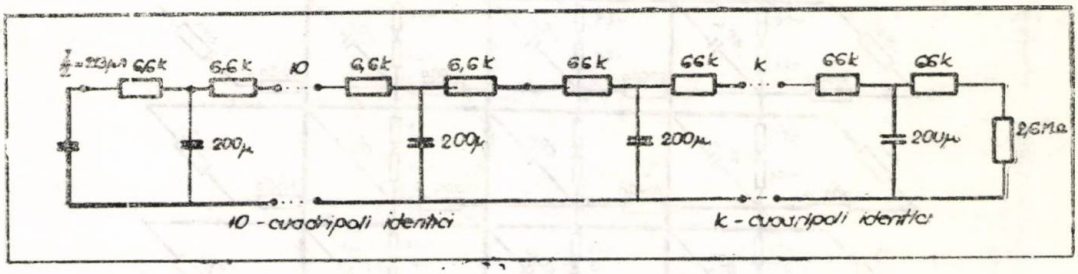


Fig. 3 Schema electrică echivalentă utilizată experimental

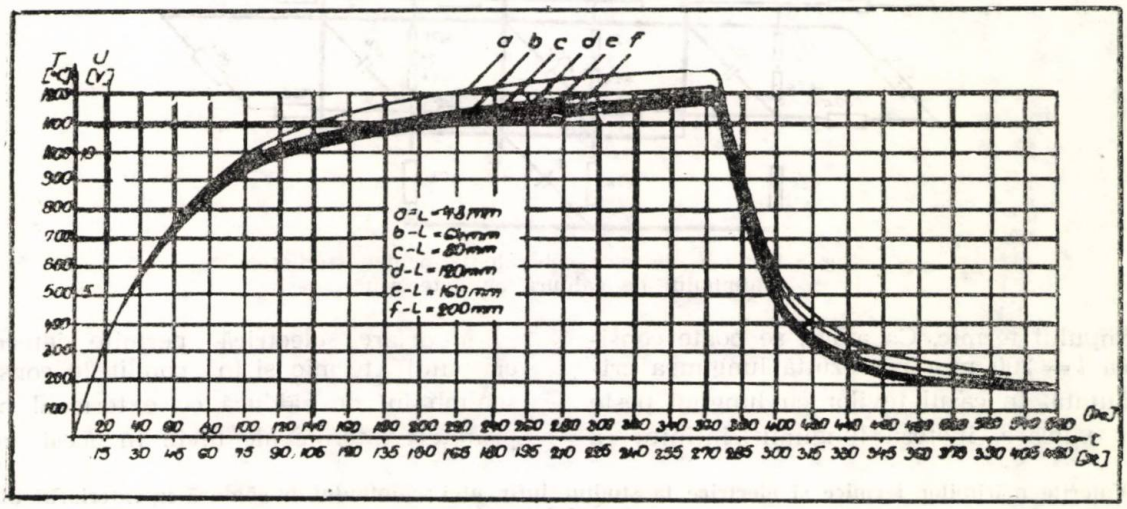


Fig. 4 Curbele $U = f(t)$ respectiv $T = f(t)$ pentru diferite lungimi ale pieselor.

Valorile mărimilor termice și electrice la studiul influenței lungimii pieselor asupra cîmpului termic

Tabelul 3

Mărime	Valoare termică t	Factor de conversie	Valoare electrică
Diferență potențial	100°C	0,01	1 V
Timp	1 s	1,32	1,32 s
Curent	53.10^{-3} kW	$8{,}04.10^{-3}$	426 μ A
Rezistență (1 = 4 mm)	5320°C/kW	1,243	6,6 k Ω
Capacitate (1 = 4 mm)	188.10^{-6} kJ/°C	1,06	200 μF
Rezistență convecție	$2{,}1.10^{6}$ °C/kW	1,243	2,6 M Ω

curbele obținute. După cum se observă din figură, la lungimi de țeavă peste 200 mm nu se mai sesizează o influență a lungimii țevii asupra cîmpului termic. Ca atare, se poate considera că $l = 200$ mm reprezintă lungimea critică căutată. În cazul țevilor cu lungimi peste această valoare, ipoteza lungimii infinite a piesei poate fi acceptată. În celelalte cazuri, studiul cîmpului trebuie efectuat luînd în considerare lungimea reală a țevii.

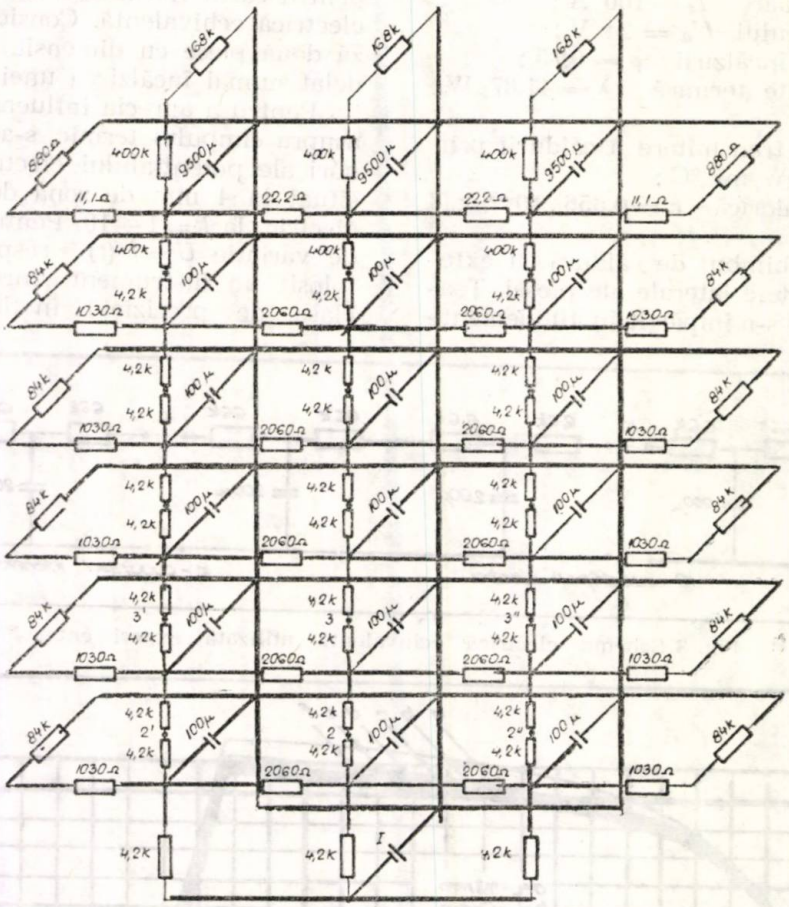


Fig. 5 Schema electrică echivalentă pentru studierea schimbului de căldură cu exteriorul.

Modelarea electrică permite determinarea cîmpului termic și în condițiile considerării schimbului de căldură cu exteriorul prin suprafețele laterale ale țevii. În acest caz, pe

Valorile mărimilor termice și electrice la studiul influenței schimbului de căldură cu exteriorul asupra cîmpului termic

Tabelul 4

Mărime	Valoare termică t	Factor de conversie	Valoare electrică
Diferență potențial	100°C	0,0127	1,27 V
Timp	1 s	1,68	1,68 s
Curent	633.10^{-3} kW	0,001	633 μA
Rezistență R_y ($l = 2$ mm)	33,3°C/kW	0,127	4,2 kΩ
Rezistență R_z ($l = 2$ mm)	8,33°C/kW	0,127	1,03 kΩ
Capacitate ($l = 2$ mm)	$7,5.10^{-6}$ kJ/°C	13,3	100 μF
Rezistență convecție R_{zc} ($l = 2$ mm)	666°C/kW	0,127	84 kΩ
Rezistență convecție R_{ye}	$1,33.10^{6}$ °C/kW	0,127	168 kΩ

lîngă transmiterea de căldură în direcția axei piesei, va avea loc și o transmitere de căldură în direcția grosimii materialului. Ca atare, în schema electrică echivalentă, se vor introduce rezistențe termice și în direcția grosimii.

Pentru studierea efectelor menționate mai sus, s-a construit pentru încălzirea unei țevi ∅34 × 3 mm, cu lungimea 200 mm, schema

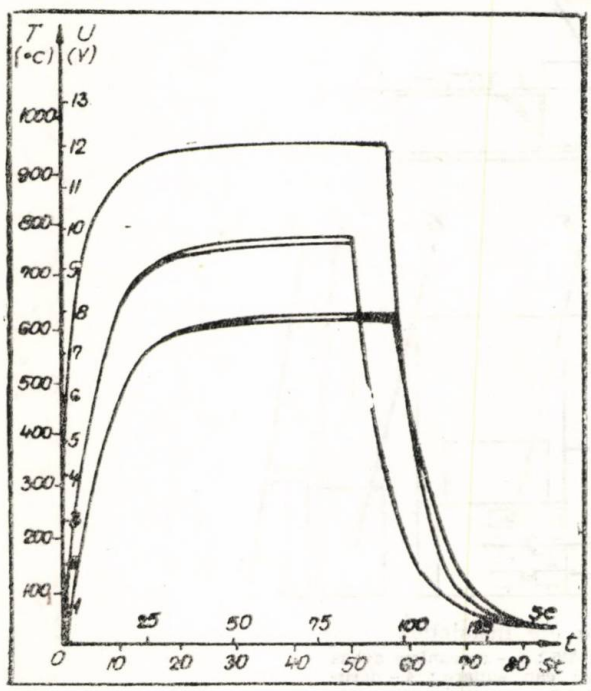


Fig. 6 Curbele $U = f(t)$ respectiv $T = f(t)$: a — cu neglijarea schimbului de căldură cu exteriorul; b — cu considerarea schimbului de căldură cu exteriorul.

electrică prezentată în figura 5, lungimea țevii fiind împărțită în 5 elemente a cîte 2 mm și un element de 190 mm. Valorile mărimilor termice și electrice pentru cazul respectiv sînt indicate în tabelul 4.

În figura 6 se prezintă variația potențialului electric, (temperaturii) la o distanță de 0, respectiv 2 și 4 mm de arcul electric, măsurată pe exteriorul, respectiv, mijlocul secțiunii țevii. Diferențele de temperatură datorate schimbului de căldură prin convecție cu exteriorul sînt sub 20°C, ceea ce înseamnă că neglijarea acestui schimb de căldură conduce la erori nesemnificative (sub 3,5%).

Concluzie

Studiul cîmpului termic la sudare poate fi efectuat utilizînd analogia existentă între cîmpul termic și cîmpul electric. Utilizînd modelul electric echivalent a fost determinată o lungime critică a pieselor, la sudarea cu arc rotitor a unor țevi din OLT 35, cu ∅34 x 3 mm, la depășirea căreia cîmpul termic devine independent de lungimea piesei. Totodată, s-a arătat că, prin neglijarea schimbului de căldură prin convecție cu exteriorul prin suprafețele laterale ale pieselor, se obțin erori neglijabile.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Dehelean, D.* : Prozessoptimierung beim MBL — Schweissen, ZIS — Mitteilungen R.D.G., 1980, 5.

[2] *Rikalin, N.N.* : Berechnung der Wärmevorgänge beim Schweissen, VEB Verlag Technik, 1957.

[3] *Dehelean, D.* : Optimizarea tehnologică și energetică a sudării cu arc rotitor, Teză de doctorat, I.P. „Traian Vuia" Timișoara, 1978.

[4] *Steinhilper, W.* : Ermittlung des Temperaturverlaufs in Reibungs bremsen und Kupplungen mit Hilfe eines Analogie — verfahrens, ATZ, 1966, 8.

[5] *Dehelean, D.* : Le modèle électrique du champ thermique au soudage parc arc tournant, Congresul electrotehnic mondial, Moscova, 1977.

CZ : 621.791.7

Instalație de sudare, după procedeul WIG, cu material de adaos, a colțurilor dulapurilor de frigider

Ing. Vasile **BOITOR**, ing. Călin **DOBRESCU**, subing. Radu **BIHOI**, subing. Simion **TONEA** — Institutul de Sudură și Încercări de Materiale Timișoara

Introducere

Instalația de sudare, după procedeul WIG, cu material de adaos, a colțurilor dulapurilor de frigider este utilizată, în scopul mecanizării unor operații de sudare, în cadrul unei linii tehnologice de fabricație a frigiderelor.

Această instalație realizează sudarea longitudinală a colțurilor de dulap frigider, lungimea cordonului fiind de 35 mm.

Descrierea instalației, caracteristici tehnice

Instalația de sudare după procedeul WIG cu material de adaos a colțurilor dulapurilor de frigider este prezentată în figura 1.

Prin construcția ei, această instalație se integrează într-un proces mecanizat care realizează dulapurile de frigider.

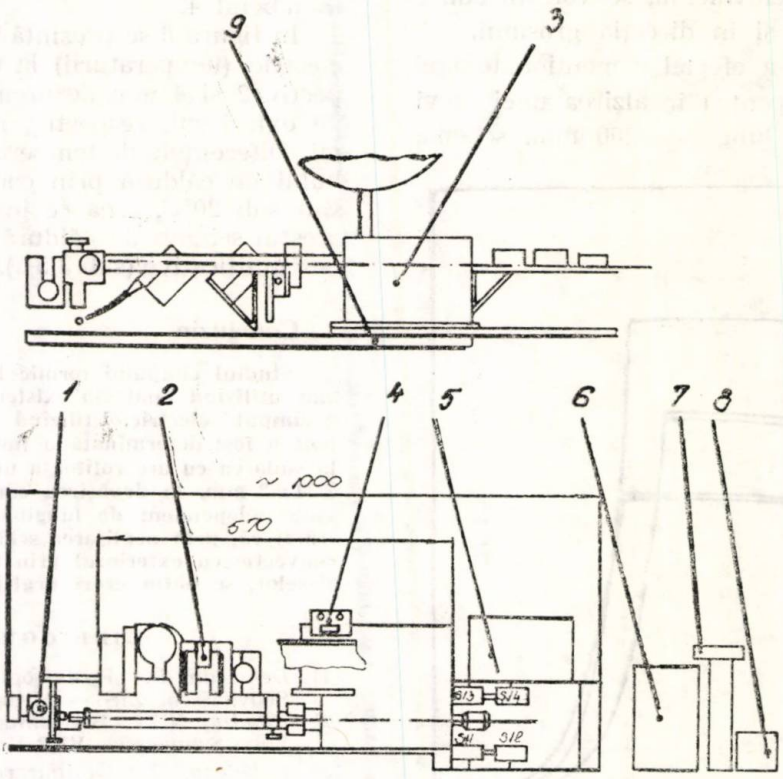


Fig. 1 Părțile componente ale instalației.
1 – Cap sudare WIG—CSWA—315 ; 2 – mecanism avans sîrmă ; 3 — mecanism avans cap sudare ; 4 – derulator cu rolă A 300 ; 5 — pupitru comandă proces sudare ; 6 — IUW 400-N ; 7 – reductor de presiune ; 8 – IR-1 ; 9 — suport.

Prin comenzile primite de la pupitrul de comandă și de la traductorii inductivi de poziție **(S 11, S 12, S 13, S 14)** se asigură pașii prevăzuți în diagrama secvențială prezentată în figura 2.

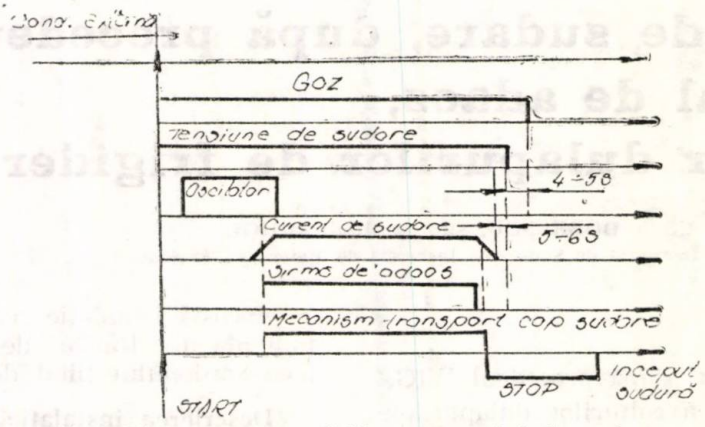


Fig. 2 Diagrama secvențială a procesului de sudare.

Pupitrul de comandă asigură :
— pornirea instalației de sudare ;
— pornirea sîrmei de adaos față de electrodul nefuzibil al capului de sudare ;
— poziționarea capului de sudare ;
— selectarea regimului de lucru ;
— reglarea vitezei de avans a capului de sudare ;
— reglarea vitezei de avans a sîrmei de adaos ;
— reglarea la distanță a curentului de sudare ;

— semnalizarea prezenței curentului în circuitul de sudare ;

— indicarea tensiunii, curentului și vitezei de sudare.

Dispozitivul de sudare asigură :

— translația capului de sudare ;

— antrenarea sîrmei de adaos și ghidarea în baia de metal topit formată de capul de sudare WIG ;

— poziționările, pe verticală și orizontală, ale capului de sudare pe axa îmbinării ;

— poziționarea sîrmei de adaos față de vîrful electrodului nefuzibil ;

— protejarea băii de metal topit prin intermediul duzei de gaz a capului de sudare ;

— citirea poziției în care se află capul de sudare prin intermediul traductoarelor de poziție și al camei profilate.

Principalele caracteristici tehnice ale instalației sînt :

— curentul de sudare maxim la DA 100% ..... 200 A;

— tensiunea de mers în gol a sursei ..... 80 V ;

— viteza de avans a capului de sudare ..... 0,1 . . 0,4 m/min ;

— viteza de avans a sîrmei de adaos ..... 0,35 . . . 0,5 m/min ;

— diametrul sîrmei de adaos ..... 1,2 mm;

— diametrul electrodului nefuzibil 2,25 mm;

— gazul protector (tip/debit) ..... argon 0,3—0,5 Nmc/h ;

— tensiunea de alimentare a blocului de aparate ..... 220 V c.a ;

— tensiunea de alimentare a pupitrului de comandă ..... 24 V c.c.

Concluzii

Instalația de sudare după procedeul WIG, cu material de adaos, a colțurilor dulapurilor de frigider are la bază elemente tipizate și unificate. Fiind concepută din elemente modulare, acestea pot fi utilizate și în cadrul altor instalații specializate de sudare WIG, cu sau fără material de adaos.

Execuția în țară a acestei instalații contribuie la diminuarea efortului valutar, prin eliminarea importului instalațiilor din această categorie.

Avînd în vedere performanțele obținute în comparație cu instalațiile similare pe plan mondial, noua instalație deschide posibilitatea de ofertare la export.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Salagean, T.* : „Tehnologia procedeelor de sudare cu arc", Ed. Tehnică, București, 1985.

[2] *Surgean N.I.* : „Electrozi, fluxuri și sîrme de sudare", Ed. Facla, Timișoara, 1976.

[3] *Anghelea, N., Matragoci, C., Grigoraș, A., Popovici, V.* : „Sudarea în mediu de gaze protectoare", Ed. Tehnică, București, 1982.

CZ : 621.791.7

Utilizarea procedeelor semimecanizate de sudare sub apă cu uscare locală

Ing. Dumitru **SOARE** — Centrul Hiperbaric Constanța

Ing. Nicolae **JONI** — Institutul de Sudură și Încercări de Materiale Timișoara

1. Exploatarea și valorificarea resurselor de energie ale Mării Negre, în primul rînd a resurselor de petrol, au condus la proiectarea și realizarea unor instalații imerse, care sînt destinate să funcționeze într-un mediu ce, prin natura sa agresivă, creează perturbări care impun intervenții pentru reparații la fața locului [1, 2].

Mediul submarin este caracterizat de condiții specifice de umiditate, adîncime, temperatură curenți etc., ceea ce face ca procedeele de sudare folosite la suprafață să nu poată fi aplicate sub apă, decît numai în urma unor adaptări corespunzătoare.

Structurile imerse au o natură foarte diversă: platforme de foraj și exploatare, baraje de pozare sau de intervenții, capete de puț, risere și rețele submarine de conducte pentru transportul petrolului sau gazelor.

Cauzele avariilor sînt numeroase și cuprind, de regulă, efectele — separate sau în asociere — ale coroziunii, oboselii și accidentelor de coliziune.

Intervențiile cu scafandri pentru repararea prin sudare a instalațiilor avariate impun realizarea sub apă a unor suduri cu caracteristici calitative egale sau apropiate celor obținute la suprafață.

Dezvoltarea rapidă a procedeelor de sudare sub apă, care a însoțit dezvoltarea tehnologiilor de scufundare, în ultimii ani, a venit în întîmpinarea acestei cerințe, existînd în momentul de față o multitudine de metode de îmbinare prin sudare sub apă [1, 4].

Această multitudine de metode este bazată însă pe două procedee de bază : sudarea cu arc electric direct în apă, procedeu cunoscut sub numele de „sudare umedă", și sudarea cu arc electric într-un mediu gazos, lipsit de apă, procedeu cunoscut sub numele de „sudare uscată".

Metodă clasică de sudare aparținînd procedeului umed, sudarea cu arc electric cu elec-

trozi înveliți, deși este cea mai simplă metodă de sudare sub apă, prezintă inconvenientul unei calități necorespunzătoare, datorate pe de o parte efectului de răcire rapidă a băii topite, iar pe de altă parte descompunerii termice a apei înconjurătoare sub acțiunea arcului electric.

Răcirea rapidă a sudurii, cu o viteză de circa 12..15 ori mai mare decît la suprafață, are ca rezultat o creștere accentuată a durității însoțită de o scădere corespunzătoare a proprietăților plastice.

Gazele rezultate din descompunerea termică a apei influențează la rîndul lor, în sens negativ, calitatea sudurii, deoarece oxigenul intră în reacție cu elementele de aliere din baia topită, alternînd compoziția chimică a cusăturii, iar hidrogenul nu are timp să se elimine și rămîne „prins" în cordonul de sudură, ceea ce face ca acesta să prezinte o porozitate foarte pronunțată.

2. Sudarea sub apă într-un mediu gazos uscat se face fie într-o turelă deschisă la partea inferioară, fie într-o incintă etanșă aflată în echipresiune cu mediul înconjurător, fie într-un habitat unde condițiile de umiditate, presiune și temperatură sînt identice cu cele de suprafață.

Calitatea sudurii obținute prin procedeul de sudare uscată este apropiată, sau chiar identică, cu aceea realizată prin metodele de sudare clasice de la suprafață, dar impune o serie de instalații și operații conexe, ceea ce face ca acest procedeu să fie deosebit de complicat. Astfel, sînt necesare : o navă suport la suprafață, prevăzută cu o instalație de scufundare unitară sau în saturație, module pentru asigurarea tehnico-materială, habitaturi de sudare, instalații de aliniere și poziționare etc.

Costul lucrărilor de sudare executate prin procedeul „uscat" este proporțional cu adîncimea și tipul de lucru și întotdeauna foarte ridicat, ceea ce face ca acest procedeu să fie eficient numai pentru adîncimi mari și lucrări de complexitate deosebită.

Între limitele oferite de procedeul de sudare umedă și cel de sudare uscată, s-a dezvoltat un al treilea procedeu de sudare și anume sudarea cu uscare locală.

Acest procedeu limitează răcirea severă a îmbinării sudate sub efectul mediului înconjurător, elimină disocierea apei sub acțiunea arcului electric și nu necesită instalații auxiliare cu ajutorul cărora să se creeze un spațiu lipsit de apă.

Obținerea unui spațiu uscat, stabil, numai în jurul băii topite se realizează în mai multe moduri :

a) Îmbinarea sudată se face sub un strat de flux (fig. 1). Arcul electric și sudura sînt ferite de apă cu ajutorul unui flux special care are în compoziția sa „apă de sticlă" (silicat de natriu), în proporție de circa 40%, cu rolul de agent adeziv.

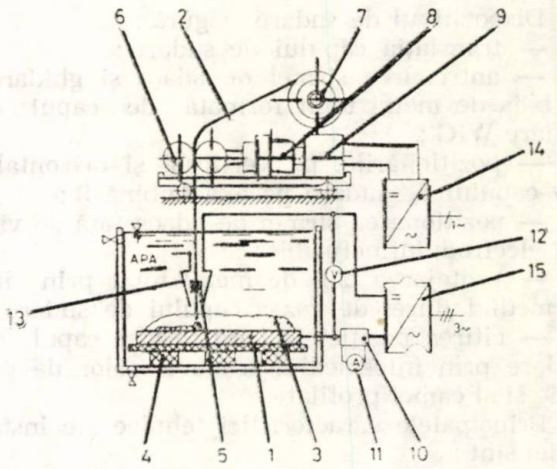


Fig. 1 Sudarea cu uscare locală sub strat de flux.

Toate elementele instalației, mai puțin capul de sudare, se află la suprafață. Sudarea se face semimecanizat sau mecanizat, în curent continuu, cu polaritate inversă și are următorii parametri caracteristici :

— intensitatea curentului : 320 ... 360 A ;
— viteza de înaintare : 60 cm/min ;
— diametrul sîrmei electrod : 2,4 mm.

Procedeul de sudare cu uscare locală sub strat de flux oferă o calitate a îmbinării sudate apropiată de cea a sudurilor realizate la suprafață, dar nu poate fi folosit decît la adîncimi mici pentru sudarea cap la cap în poziție orizontală.

b) În jurul pieselor de sudat și portelectrodului se creează un mediu gazos uscat, stabil și localizat, cu ajutorul unei mini-incinte construite conform necesităților dictate de structura metalică imersă care trebuie reparată. În unele cazuri, limitate, se folosește un hebitat de greutate redusă.

Sudarea se face manual sau semimecanizat, sub protecție de gaz, de către un scafandru sudor, care dispune de un spațiu suficient în jurul pieselor de sudat, pentru manevrarea portelectrodului sau a capului de sudare.

Mini-incinta în care se face sudarea este construită — parțial sau în întregime — din materiale transparente și închide etanș structura de metal care trebuie sudată (fig. 2).

În partea de jos, incinta este deschisă și permite accesul scafandrului sudor la piesele de sudat. În incintă este introdus aer sau un amestec de gaze, la o presiune necesară dislocării apei, pentru a se obține un mediu de sudare uscat.

În timpul sudării scafandrul poate urmări arcul electric și baia topită, prin panoul trans-

parent al camerei. Sistemul este conceput, de regulă, pentru fiecare caz de reparare în parte și, atunci cînd se poate, este amenajat chiar la

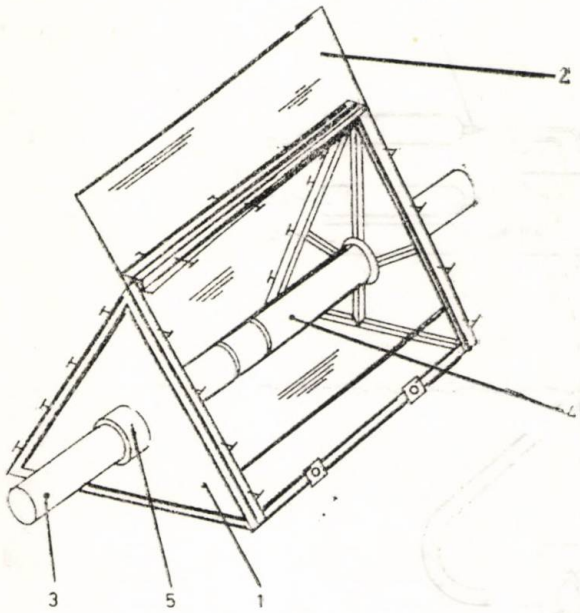


Fig. 2 Sudare cu uscare locală într-o incintă Hydrobox pentru repararea unei conducte orizontale.

fața locului. Acest procedeu are un domeniu larg de aplicații, oferind o calitate a sudurii apropiată de cea a sudurilor realizate la suprafață.

c) Sudarea se face sub protecția unei zone gazoase în jurul băii topite, zonă obținută cu ajutorul unei perdele de apă sub presiune. Procedeul de sudare este semimecanizat sau mecanizat și utilizează elemente ale unei instalații de sudare MIG-MAG adaptate pentru lucru sub apă. Capul de sudare are o construcție specială, fiind prevăzut cu mai multe duze concentrice, prin care se introduc gaze de protecție și apă sub presiune. Acest sistem de sudare cu uscare locală, cunoscut și sub numele de sistem de sudare cu spot portabil uscat, necesită un echipament minim și nu impune nici un fel de instalație auxiliară, cu excepția celor de scufundare.

Proprietățile de rezistență și plasticitate ale sudurii obținute, aspectul acesteia și lipsa porrilo și a crestăturilor marginale fac ca, din punct de vedere calitativ, sudura să fie comparabilă cu o sudură efectuată la suprafață.

3. Plecînd de la instalația de sudare sub apă, semimecanizată, de tip A 1660, realizată de specialiștii sovietici la Institutul de Sudură „Paton" din Kiev, în țara noastră s-au conceput un procedeu și o instalație originală de sudare sub apă cu uscare locală. Acest procedeu diminuează considerabil cele două inconveniente majore ale metodei convenționale de sudare umedă : răcirea rapidă a cusăturii și descompunerea termică a apei înconjurătoare sub acțiunea arcului electric, cu toate consecințele ce decurg din aceste inconveniente.

Instalația de sudare (fig. 3) se compune din elemente aflate atît la suprafață (sursa de curent, panoul de monitorizare, măsură și control, buteliile de gaz de protecție), cît și la punctul de lucru al scafandrului sudor (capul special de sudare, containerul cu sîrma de adaos și mecanismul de avans, pompa de apă).

Alimentarea cu energie electrică a arcului de sudare MIG-MAG, la parametri ceruți de procesul tehnologic, este asigurată de o sursă de tip SR 630, construită de Intreprinderea „Electrotehnica" București, în colaborare cu Institutul de Sudură și Încercări Materiale din Timișoara.

Componenta de bază a sursei este un redresor comandat cu tiristoare. Caracteristica externă a sursei este rigidă, iar tensiunea de lucru este reglabilă continuu, proprietate necesară comenzii la distanță a parametrilor de sudare. Puterea sursei este de 38 kVA.

Un tablou de monitorizare instalat la suprafață asigură comanda, măsurarea și controlul parametrilor procesului tehnologic, inclusiv reglarea debitelor de gaz și apă și a vitezei sîrmei electrod.

Prestabilirea și reglarea parametrilor se efectuează între următoarele limite :

a) tensiunea arcului : 14 ... 60 V ;
b) curentul de sudare : 60 ... 315 A ;
c) viteza de avans a sîrmei : 1 ... 12 m/min;
d) viteza de sudare : 1,8 ... 18 m/oră ;
e) debitul gazului de protecție (amestec) :
argon : 10 ... 20 l/min ;
CO_2 : 5 ... 15 l/min ;
f) debitul aerului : 150 ... 200 l/min ;
g) debitul apei : 80 ... 100 l/min.

Tot la suprafață se află o baterie de butelii pentru aer, argon și bioxid de carbon, fiecare gaz avînd und rol distinct, bine stabilit, în asigurarea mediului de protecție necesar procesului tehnologic.

Sub apă este folosit un cap de sudare asemănător cu un cap de sudare MIG-MAG de uz general. Acesta are în plus un cap de sudare clasic, două duze concentrice, una pentru aer și una pentru apă, cu ajutorul cărora se formează zona uscată în jurul sudurii.

Perdeaua de apă este creată de duza exterioară, care are o formă specială. La adăpostul acestei perdele se formează o zonă uscată, chiar sub capul de sudare (fig. 4).

Sudarea se face într-un mediu de gaz protector, care este un amestec de argon și bioxid de carbon. Introducerea argonului duce la îmbunătățirea arderii arcului electric și are ca efect imediat reducerea împroșcărilor și scăderea tensiunii arcului U_0 cu 1 ... 3 V, ceea ce duce la obținerea unei cusături cu aspect corespunzător.

Aerul, uscat și încălzit, formează un strat de protecție între perdeaua de apă și gazul în care are loc sudarea. Totodată, introducerea aerului asigură un spațiu uscat suficient de mare și micșorează consumul de argon și CO_2, care au un preț ridicat.

Sîrma de sudare, care poate fi plină sau cu miez de flux, se află într-un container etanș, supus unei presiuni corespunzătoare adîncimii de lucru. Folosirea sîrmei electrod cu miez de flux are ca rezultat o îmbunătățire a arderii arborelui electric.

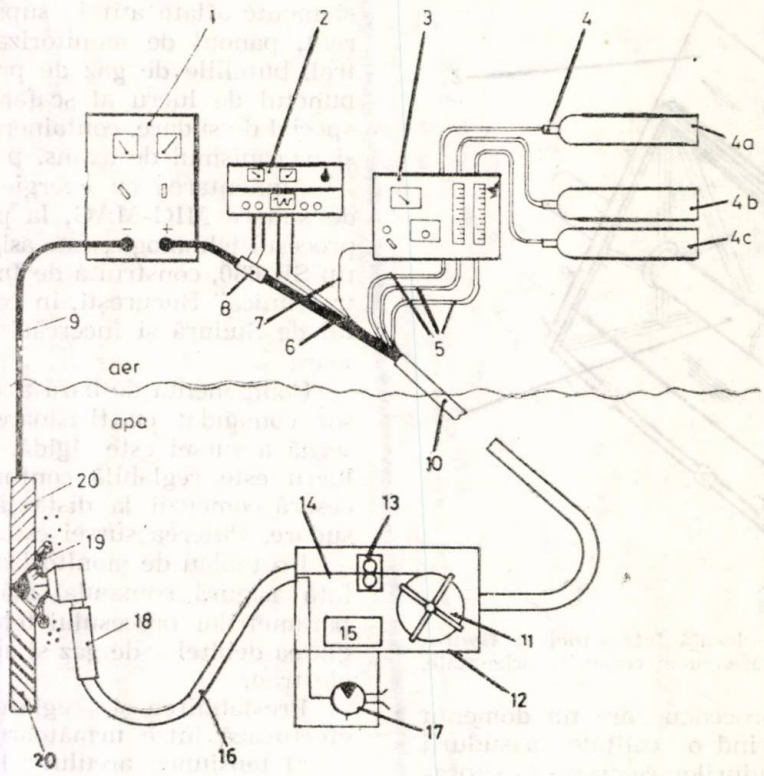


Fig. 3 Schema de principiu a instalației de sudare semimecanizată MIG-MAG sub apă.

Containerul etanș conține și sistemul de avans a sîrmei electrod și face corp comun cu o pompă imersă care asigură debitul de apă necesar realizării perdelei de protecție. Acest container este amplasat în apropierea locului de sudare sub apă și legătura între el și capul de sudare este realizată printr-un cablu de alimentare de circa trei metri lungime.

Prin dispunerea capului de sudare pe un tractor automat de tip TA-1, adaptat pentru sudarea sub apă, care se deplasează pe o cale de rulare prevăzută cu cremalieră, procesul de sudare poate fi mecanizat. Calea de rulare este alcătuită din segmente elastice circulare sau liniare și se pretează cu succes la mecanizarea operațiunilor de sudare sub apă a conductelor petroliere.

4. Deoarece instalația prezentată este în curs de realizare, pentru a arăta eficiența procedeului de sudare sub apă cu uscare locală nu dispunem decît de date culese din literatura de specialitate, în urma experimentării unor instalații asemănătoare.

Rezultatele obținute de firmele din străinătate care au efectuat cercetări în acest sens sînt unanime în ceea ce privește proprietățile de rezistență și plasticitate ale sudurilor obținute

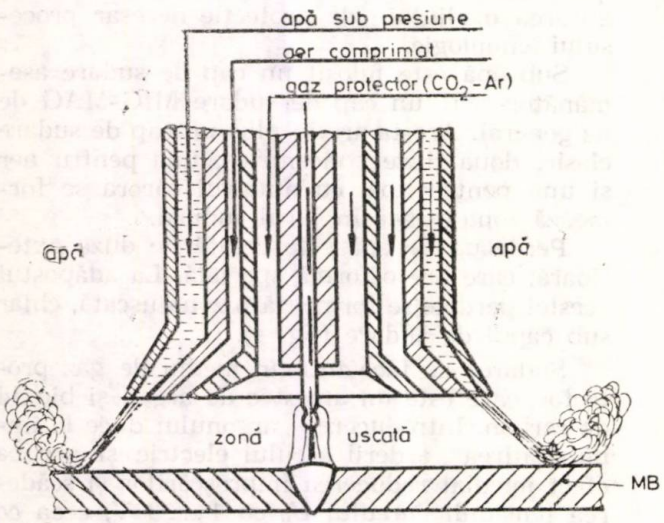


Fig. 4 Schema de principiu a capului de sudare sub apă MIG-MAG cu uscare locală.

prin acest procedeu, arătînd că se obține valori apropiate de valorile obținute prin procedeele clasice de sudare MIG-MAG, la suprafață. Se remarcă faptul că procentul de hidrogen este de 5...6 ori mai mic, față de cel din sudurile realizate prin procedeul umed cu electrozi înveliți, ceea ce elimină practic porii și suflurile.

Diferențele care persistă totuși față de calitatea sudurilor obținute la suprafață decurg din efectul presiunii asupra procesului tehnologic, respectiv asupra băii topite, ceea ce face ca procedeul de sudare cu uscare locală prezentat să se preteze cu succes tocmai la adîncimi unde acest efect este nesesizabil, respectiv la 60—70 metri adîncime.

Avînd în vedere că aceasta este adîncimea maximă de interes economic pentru economia noastră, se întrevede posibilitatea aplicării pe scară largă a procedeului prezentat pentru rezolvarea — cu succes — a problemelor ridicate de exploatarea instalațiilor petroliere marine imerse.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Coriatt, G.:* Soudage dans le réparation et l'entretien des structures offshore. Soudage et Techniques Connexes, 11—12, 1978.

[2] *Atsushi, H.:* On Underwater submerged arc welding, Transaction of the Japan Welding Society vol. 11, nr. 1, pp 101—105.

[3] *Soare, D.:* Sudarea sub apă — calitatea sudurilor realizate prin procedeul umed cu electrozi înveliți, Buletinul Tehnic RNR, anul 9, nr. 1, 1985, pp. 26—31.

CZ : 621.791.7

Încărcarea prin sudare mecanizată sub flux a elementelor de etanșare de la unele robinete industriale

Ing. Cornel **OLARIU**, ing. Victor **VERBIȚCHI** — I.S.I.M. Timișoara
Ing. Grigore **URS** — I.U.T. Bistrița

Generalități

Pentru creșterea calității și a productivității în industrie, cît și pentru ridicarea nivelului tehnologic al operațiilor de sudare și încărcare prin sudare, se tinde tot mai mult spre înlocuirea tehnologiilor existente cu tehnologii noi, de mare productivitate, care au la bază mecanizarea și automatizarea proceselor de producție [1, 2].

În acest deziderat se înscrie și înlocuirea tehnologiei de încărcare prin sudare manuală, cu electrod învelit, a elementelor de etanșare de la robinetele industriale din producția I.U.T. Bistrița, printr-o tehnologie nouă de încărcare, prin sudare mecanizată sub flux [3] a acestor armături.

Lucrarea se referă la încărcarea robinetelor de închidere cu ventil (R.I.V.) cu *Dn* 125 mm și *Dn* 150 mm, care lucrează în medii fluide ca apă, abur, gaze și alte fluide cu corosivitate normală, neexplozive și nenocive.

Aceste robinete au două inele de etanșare, unul plasat în interiorul corpului robinetului, într-o cavitate asupra căreia se poate interveni cu destulă dificultate (detaliul B, din fig. 1), iar celălalt este plasat pe suprafața activă a ventilului robinetului (fig. 2).

Aceste inele de etanșare se realizează la I.U.T. Bistrița prin sudare manuală cu electrozi înveliți din import (FOX SKWA și FOX SKWAM — V.E.W.).

Principalele condiții de calitate impuse de proiectant pentru aceste inele de etanșare sînt:

— metalul încărcat prin sudare la grosimea de 5 mm, măsurată de la suprafața metalului de bază, să fie oțel inoxidabil ($\%Cr > 12\%$);

— între inelul de etanșare al corpului robinetului și cel al ventilului robinetului să fie o diferență de duritate de minim 50 HB, iar duritatea minimă admisă este de 200 HB;

— metalul încărcat prin sudare nu trebuie să prezinte fisuri, pori, incluziuni nemetalice.

A fost adoptat procedeul de încărcare mecanizată cu sîrmă sub flux din motive de gabarit al capului de încărcare, care trebuie să fie introdus în interioul corpului RIV (Detaliul B din fig. 1).

Programul experimental

În vederea înlocuirii materialelor de adaos din import, FOX SKWA și FOX SKWAM, prevăzute de proiectant a fi utilizate la încărcare, cu materiale de adaos indigene, au fost realizate probe în condițiile prevăzute de documentația de execuție, asupra cărora s-au efectuat analize chimice și determinări sclerometrice.

În urma analizării rezultatelor probelor de laborator efectuate, s-a stabilit că pot fi îndeplinite condițiile de calitate impuse de documen-

Experimentările de încărcare prin sudare au fost realizate pe o instalație universală de sudare sub flux, adaptată pentru încărcarea

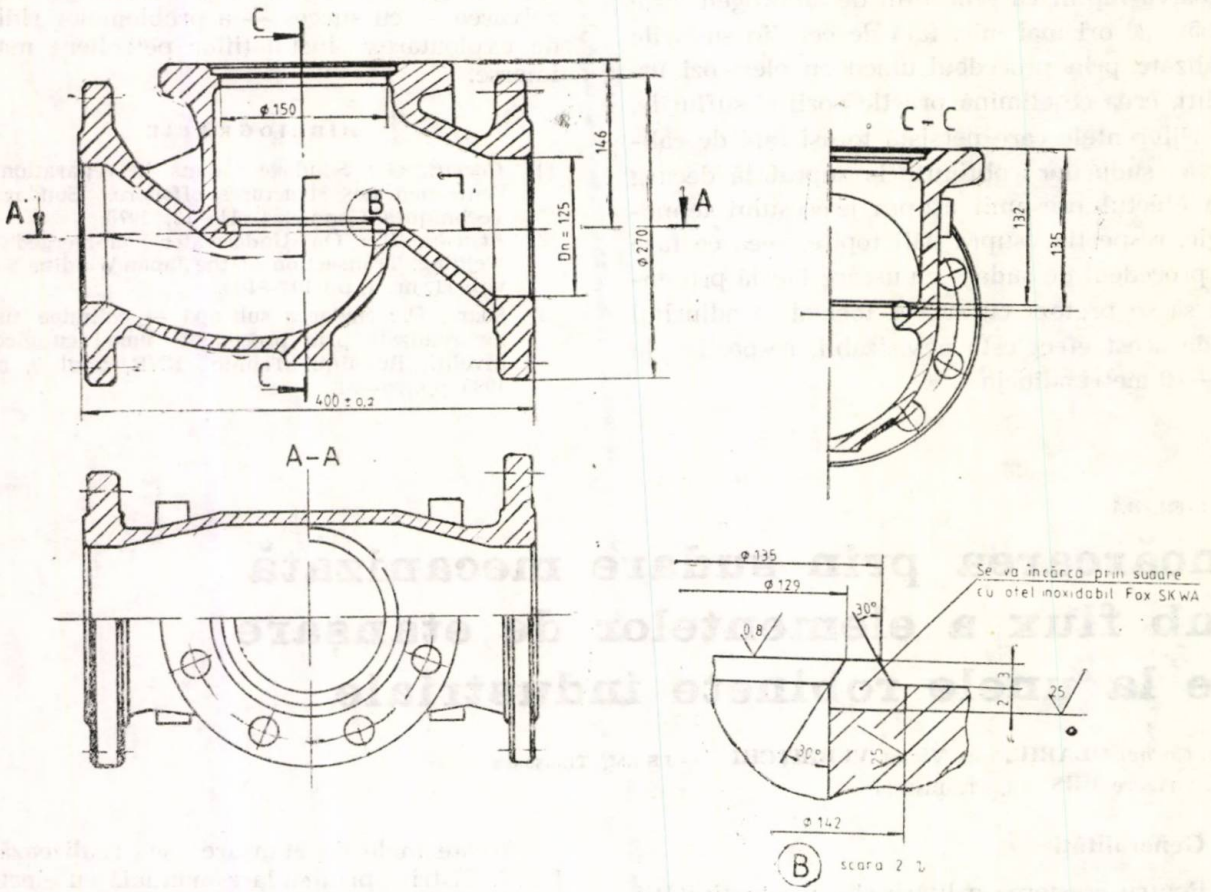


Fig. 1 Robinet de închidere cu ventil (corp).

tația de execuție a R.I.V. *Dn* 125 și *Dn* 150 cu următoarele materiale de adaos fabricate în țară :

— sîrma de sudare S 12 Mo Cr 170 (STAS 1126-80) ;

— sîrma de sudare S 08 Cr 170, care nu este cuprinsă în STAS 1126-80 pentru sîrme de sudare, dar se realizează în țară la Combinatul Metalurgic Cîmpia Turzii (C.M.C.T.), pentru fabricarea electrozilor înveliți E 17 — STAS 1125/5-76) ;

— fluxul topit FB—00—1 (C.S. — 619/84 — C.M.C.T.) ;

— fluxul topit FB—10 (STAS 9477/1-79).

Cercetările efectuate, în vederea stabilirii tehnologiilor de încărcare prin sudare mecanizată sub flux [3], s-au efectuat pe piese componente ale R.I.V. *Dn* 125 și *Dn* 150, din oțel OTA 20 STAS 9277-79 (corp R.I.V.) și respectiv OLC 25 STAS 880-80. Compoziția chimică a materialelor de bază utilizate, determinată la I.S.I.M. Timișoara, este prezentată în tabelul 1.

corpului R.I.V. prin modificarea capului de sudare, astfel încît să poată intra ușor și să realizeze încărcarea inelului de etanșare, în interiorul unei cavități cu ∅150 mm și adîncimea de 135 mm. Pentru rotirea pieselor, a fost folosită o masă de poziționare și rotire tip M.P.R. — 320 (fabricată de I.M.P.S. Oradea). În figurile 3, a și 3, b se prezintă capul de încărcare prin sudare adaptat.

Parametrii tehnologici utilizați la încărcare s-au stabilit pe baza mai multor experimentări

Compoziția chimică a metalelor de bază

Tabelul 1

Metal de bază (M B)	Compoziția chimică [%]				
	C	Mn	Si	S	P
OTA 20	0,18	0,67	0,26	0,018	0,024
OLC 25	0,29	0,79	0,32	0,019	0,03

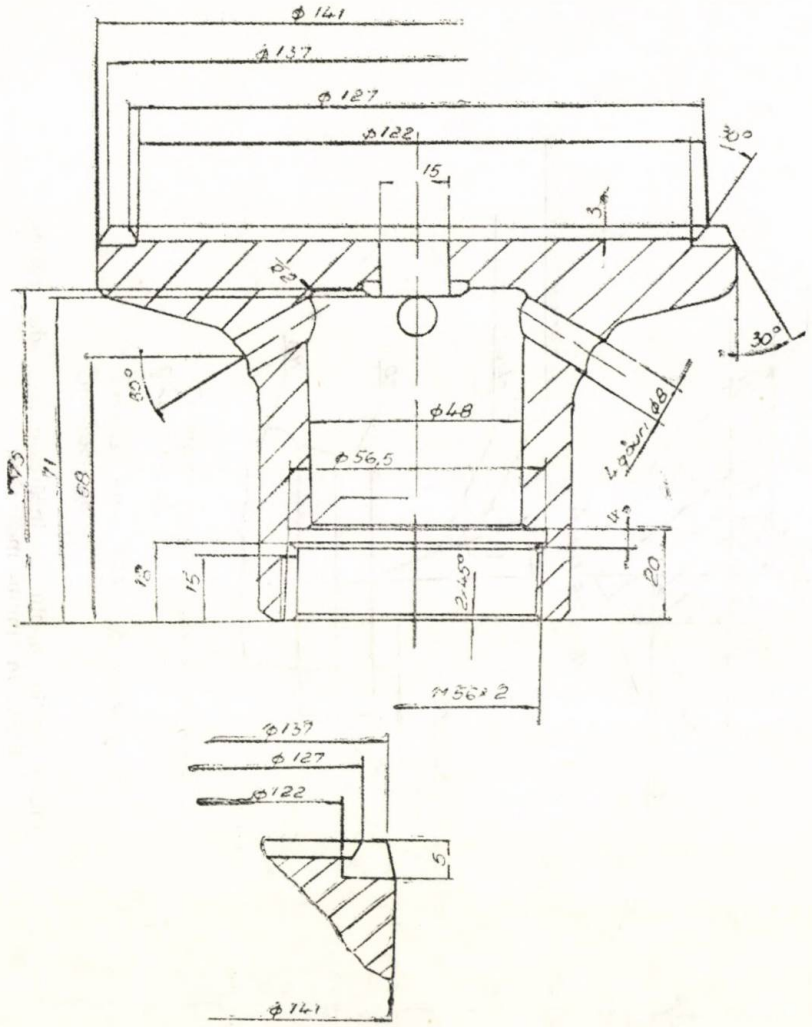


Fig. 2 Robinet de închidere cu ventil (ventil).

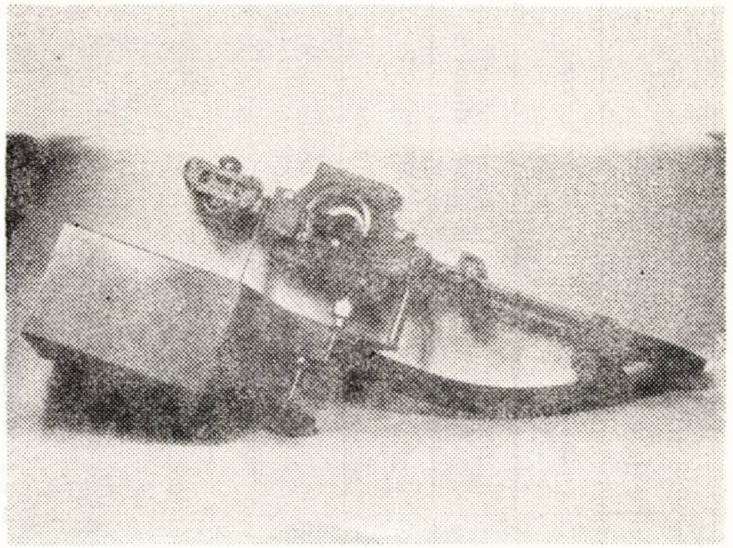


Fig. 3, a Cap de încărcare în loc îngust.

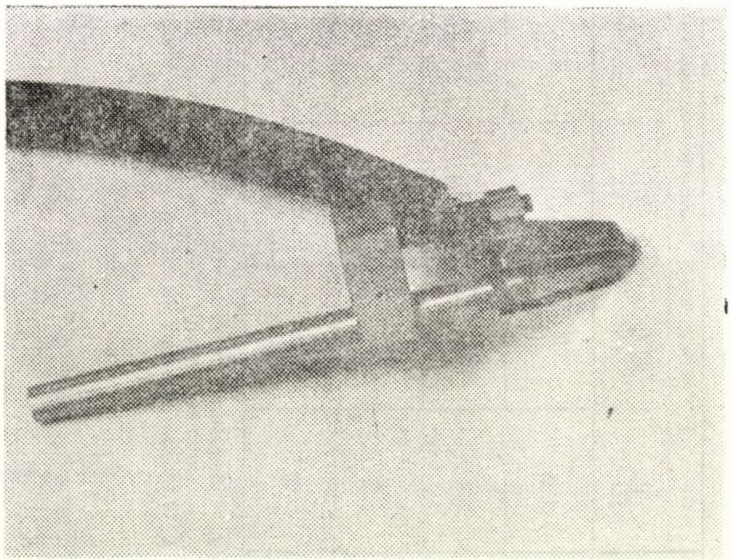


Fig. 3, b Detaliu cu adaptarea realizată la capul de încărcare în loc îngust.

Parametrii de încărcare prin sudare *

Tabelul 2

Nr. crt.	Parametrii de încărcare prin sudare *							Observații
	d_e [mm]	I_s [A]	U_a [V]	V_s [cm/min]	L_e [mm]	H [mm]	Nr. rînduri	
1	3,25	350... ...400	27... ...29	35... ...40	30	25... ...30	3	Încărcare corp R.I.V.
2	4	400... ...450	28... ...30	40... ...45	35	30... ...35	1	Încărcare corp R.I.V. rîndul 1
3	4	450... ...500	27... ...29	40... ...45	35	30... ...35	2	Încărcare corp R.I.V. rîndul 2 și 3
4	5	500... ...550	26... ...30	35... ...45	40	40	3	Încărcare ventil R.I.V.

d_e — diametrul sîrmei ; I_s — curentul de încărcare prin sudare ;
U_a — tensiunea arcului ; V_s — viteza de încărcare prin sudare ;
L_e — lungimea liberă a sîrmei ; H — înălțimea stratului de flux.

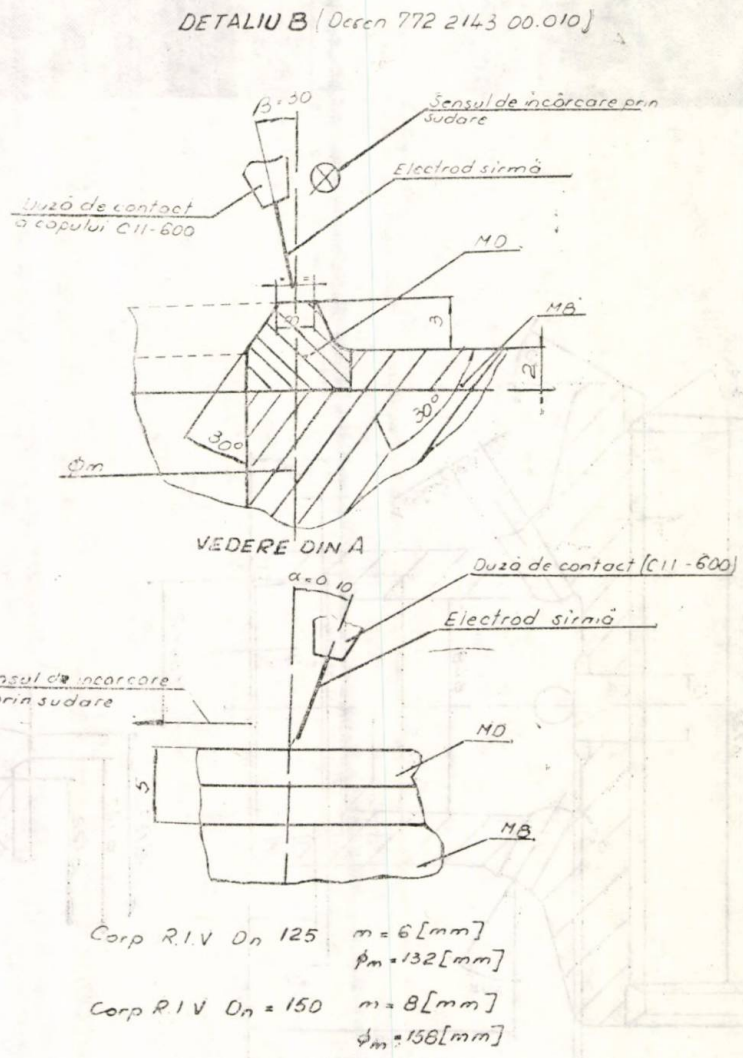


Fig. 4 Poziția capului de încărcare față de corpul R.I.V. în timpul încărcării.

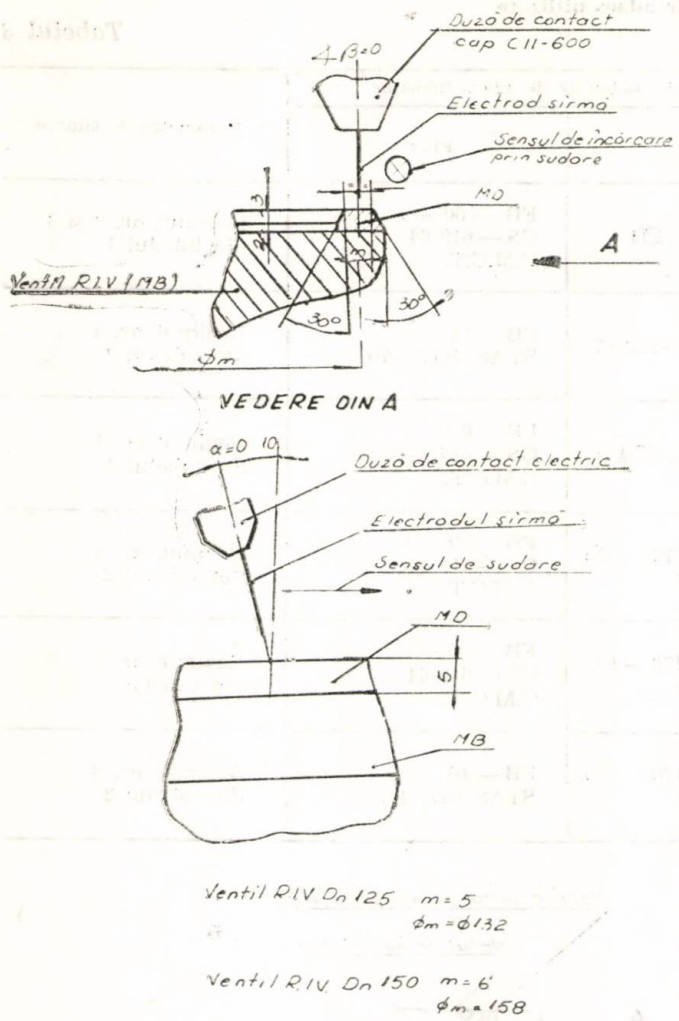


Fig. 5 Poziția capului de încărcare față de ventilul R.I.V. în timpul încărcării prin sudare.

[6] și sînt prezentați în tabelul 2, figura 4 și figura 5.

Probele realizate sînt prezentate în figura 6 și tabelul 3.

Examinări efectuate

Examinarea probelor s-a făcut după un program întocmit în baza condițiilor de calitate impuse de proiectat, care a constat din

Controlul nedistructiv verificarea aspectului exterior și dimensional al metalului depus;

— controlul cu lichide penetrante.

Controlul distructiv constînd în :

— determinarea compoziției chimice a metalului depus ;

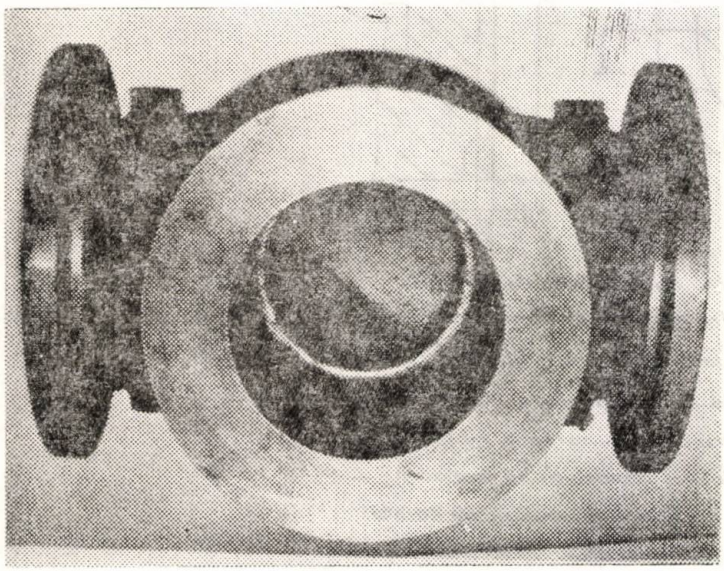
— analize structurale [4, 5] ;

— determinări sclerometrice.

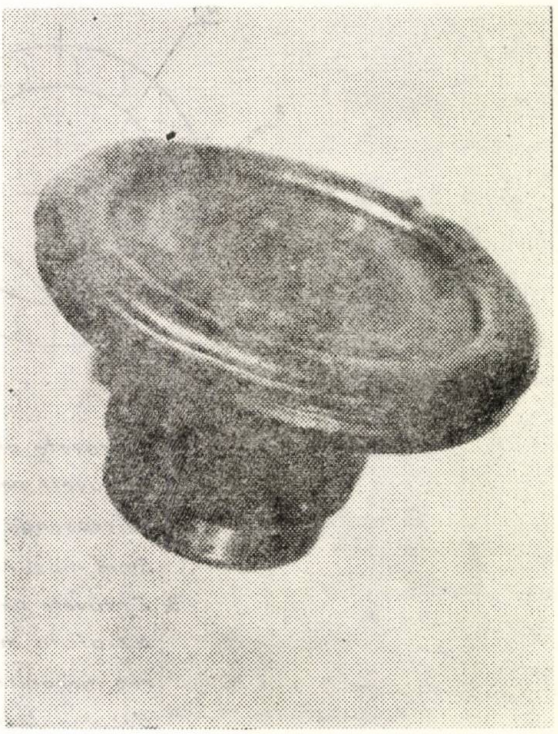
În figura 7 este prezentat planul de prelevare a epruvetelor dintr-o piesă încărcată prin sudare.

Pentru a se obține diferența de duritate, de minimum 50 HB, impusă de proiectant, între inelele de etanșare ale corpului, respectiv ventilul R.I.V., s-a experimentat un tratament termic de recoacere de înmuiere la 620°C/1 oră/cuptor și 750°C/2 ore/cuptor.

Examinarea aspectului exterior al inelului de etanșare și verificările dimensionale s-au făcut vizual, cu lupa (mărire 5 ori), și cu instrumente uzuale. Nu s-au constatat abateri neadmise în conformitate cu caietul de sarcini.



a



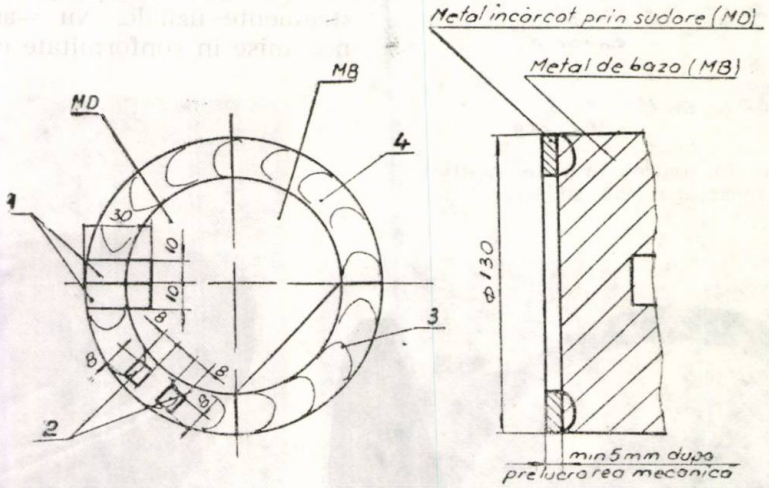
b

Fig. 6 Piese încărcate : 6 — a — corp RIV ; 6 — b — ventil RIV.

Materiale de adaos utilizate

Tabelul 3

Nr. crt.	Materialul de bază folosit	Cuplul de materiale de adaos folosite		Parametrii de sudare
		Sîrmă	Flux	
1	Corp R.I.V. Dn 125 OTA — 20 STAS 9277-79	S 08 Cr 170 — Ø4	FB — 00 — 1 CS — 619/84 C.M.C.T.	Regimul nr. 2 şi 3 din tabelul 1
2	Corp R.I.V. Dn 125 OTA — 20 STAS 9277-79	S 08 Cr 170 — Ø3,25	FB — 10 STAS 9477/1-79	Regimul nr. 1 din tabelul 2
3	Corp R.I.V. Dn 150 OTA — 20 STAS 9277-79	S 08 Cr 170 — Ø4	FB — 00 — 1 CS — 619/84 C.M.C.T.	Regimul nr. 3 din tabelul 2
4	Ventil R.I.V. Dn 125 OLC — 25 STAS 880-80	S 12 Mo Cr 170 — Ø5 STAS 1126-80	FB — 00 — 1 CS — 619/84 C.M.C.T.	Regimul nr. 4 din tabelul 2
5	Ventil R.I.V. Dn 150 OLC — 25 STAS 880-80	S 12 Mo Cr 170 — Ø5 STAS 1126-80	FB — 00 — 1 CS — 619/84 C.M.C.T.	Regimul nr. 4 din tabelul 2
6	Ventil R.I.V. Dn 125 OLC — 25 STAS 880-80	S 12 Mo Cr 170 — Ø5 STAS 1126-80	FB — 10 STAS 9477/1-79	Regimul nr. 4 din tabelul 2



1. Epruvete pentru analiză metalografică
2. Epruvete pentru analiză chimică spectrală (Microsondă electronică) cu grosimea MD de 5mm măsurată de la suprafaţa MB.
3. Epruvete pentru determinarea durităţii pe suprafaţa metalului depus - după prelucrarea mecanică în condiţiile impuse de caietul documentaţiei de execuţie
4. Şpan pentru analiză chimică

Fig. 7 Planul de prelevare a epruvetelor.

Compoziția chimică a metalului încărcat, determinată pe suprafață, la grosimea de 5 mm

Tabelul 4

Nr. crt.	Proba Nr.	Analiză chimică metal depus cu :	Compoziția chimică [%]								Observații
			C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	
1	1	Sîrmă : S08 Cr 170 Flux : FB — 00 — 1	0,11	0,27	0,15	0,016	0,09	13	0,15	—	Corp R.I.V.
2	2	Sîrmă : S08 Cr 170 Flux : FB — 10	0,10	0,80	0,44	0,018	0,012	12,4	0,15	—	Corp R.I.V.
3	4	Sîrmă : S 12 Mo Cr 170 Flux : FB — 00 — 1	0,085	0,37	0,59	0,010	0,008	14,1	0,11	0,61	Ventil R.I.V.

Examinarea cu lichide penetrante s-a executat pe suprafața finală neprelucrată a inelului de etanșare, conform STAS 10214-75. Nu au fost puse în evidență defecte neadmise pe suprafața probelor examinate.

Compoziția chimică a metalului încărcat, în condițiile impuse de documentația de execuție, determinată prin metoda spectrală pe suprafața prelucrată, la grosimea de 5 mm, mă-

Duritatea metalului încărcat

Tabelul 5

Nr. crt.	Metal depus cu :	Duritatea Brinell HB 5/750/30 STAS 165-83 Valori medii
1	S 08 Cr 170 + FB — 00 — 1 fără tratament termic (T.T.)	369
2	S 08 Cr 170 + FB — 00 — 1 T.T. 620°C/1 oră/cuptor	270
3	S 08 Cr 170 + FB — 00 — 1 T.T. 750°C/2 ore/cuptor	175
4	S 12 Mo Cr 170 + FB—00—1 fără T.T.	352
5	S 12 Mo Cr 170 + FB — 10 fără T.T.	328

surată de la suprafața metalului de bază și prezentată în tabelul 4, relevă faptul că la toate probele realizate conținutul de crom are valoarea peste 12%, deci se satisface condiția principală ca metalul depus să fie inoxidabil [1, 2 5].

Examinările microstructurale [4] s-au efectuat pe probele netratate termic după încărcare, tratate termic 620°C/1 oră/cuptor și tratate termic 750°C/2 ore/cuptor.

Prin analiza structurală, executată conform STAS 10952/1-77, nu s-au decelat defecte, relevîndu-se următoarele structuri : martensită cu austenită și carburi la probele netratate termic austenită cu sorbită și carburi la probele tratate termic (620°C/1 oră/cuptor) și ferită cu austenită și carburi la probele tratate termic (750°C/2 ore/cuptor).

Rezultatele încercărilor de duritate Brinell executate conform STAS 165-83, centralizate în tabelul 5, arată că valorile obținute la probele tratate termic (620°C/1 oră/cuptor) satisfac condițiile impuse de documentația de execuție.

Concluzii

Din punct de vedere teinic, este posibilă realizarea inelelor de etanșare de la robinetele de închidere cu ventil *Dn* 125 și *Dn* 150, prin încărcare prin sudare mecanizată sub flux cu materiale de adaos indigene. Metalul încărcat asigură obținerea unei calități corespunzătoare cerințelor.

În scopul implementării în producție a rezultatelor obținute, în urma încercărilor tehnologice, s-a elaborat documentația de execuție și a fost realizată la I.S.I.M. Timișoara o instalație specializată de încărcare mecanizată sub flux a inelelor de etanșare de la armăturile industriale, care a fost pusă în funcțiune la I.U.T. Bistrița.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Sălăgean, T.* : Sudarea cu arcul electric, Timișoara, Editura Facla, 1977.

[2] *Sălăgean, T.* : Tehnologia procedelor de sudare cu arc, București, Editura Tehnică, 1985.

[3] *Popovits, D., Șubu, T.* : Bimetale. Timișoara, Editura Facla, 1982.

[4] *Morariu, Șt.* : Transformări în îmbinările sudate ale oțelurilor. Timișoara, Editura Facla, 1984.

[5] *Trușculescu, M., Ieremia, A.* : Oțeluri inoxidabile și refractare. Timișoara, Editura Facla, 1983.

[6] *Olariu, C. ș.a.* : Încărcarea prin sudare mecanizată sub flux a elementelor de etanșare de la unele armături industriale din producția I.U.T. Bistrița. Raport de cercetare, I.S.I.M. Timișoara, 1984, vol. I—V.

CZ : 669.14.018.4

Investigații asupra comportării oțelului X 12 Cr Ni W Ti 16.13 după solicitarea de lungă durată

Dr. ing. Traian FLEȘER — Institutul de Sudură și Încercări de Materiale Timișoara

Considerații preliminare

Oțelurile refractare, din categoria cărora face parte și cel de marcă X 12 Cr Ni W Ti 16.13, se utilizează în sectoare de importanță majoră ale construcției de mașini. Tendința din țara noastră, coroborată cu cea de pe plan mondial, este de extindere a producției de oțeluri refractare.

În fața elaboratorilor de oțeluri s-a pus problema realizării unor materiale care să asigure condiții de utilizare nu numai la presiune și temperatură ridicată, dar și sub acțiunea unor medii corosive. Necesitatea a rezultat din efectele economice favorabile obținute prin funcționarea la parametri superiori a utilajelor chimice, energetice etc.

Alierea oțelurilor constituie soluția pentru îmbunătățirea caracteristicilor de utilizare. Adăugarea cromului în proporție de 15—17% aduce o îmbunătățire evidentă a comportării la temperaturi ridicate, în special prin creșterea rezistenței la oxidare. Prezența nichelului în proporție de 13—16% contribuie într-o măsură importantă la ridicarea nivelului caracteristicilor mecanice.

Comportarea bună a oțelului X 12 Cr Ni W Ti 16.13 în atmosferă specifică gazelor cu temperatură ridicată este datorată și alierii cu molibden, wolfram, care alături de crom contribuie la asigurarea unei imunități favorabile la oxidare.

Temperatura ridicată de utilizare conduce la modificări în comportarea oțelului din punct de vedere chimic și mecanic. Sub efectul acestor condiții, coroborat cu solicitările mecanice din exploatare, se modifică rezistența tehnică de durată (R_{rlt}), dar și alte proprietăți fizice, respectiv caracteristici mecanice ale oțelului [1, 2].

Utilizarea rațională a oțelului menționat impune cunoașterea nu numai a caracteristicilor inițiale, conform normelor de livrare, dar și a modificărilor intervenite după utilizarea de lungă durată [3].

Programul experimental

Investigațiile s-au concentrat asupra a trei șarje din oțelul X 12 Cr Ni W Ti 16.13. Bare forjate cu secțiunea de 20 × 15 mm au fost utilizate pentru prelevarea epruvetelor. Analiza compoziției chimice și încercările la tracțiune au fost efectuate pe materialul în stare de livrare. O atenție aparte s-a acordat comportării la solicitări de lungă durată. În acest scop s-a recurs la încercarea la fluaj și analiza structurală. Aceasta din urmă s-a efectuat pe epruvete rupte la fluaj, deci care au suferit efectul tensiunii și temperaturii de încercare.

Rezultate obținute

Analiza compoziției chimice s-a efectuat pe cîte două probe, în stare de livrare, din fiecare șarjă. Media valorilor obținute se prezintă în tabelul 1. Compararea cu prescripțiile de livrare confirmă încadrarea în limitele impuse. Comparativ cu oțelul cu aceeași marcă, dar produs în condițiile din norma W 1.4962, șarjele analizate satisfac și aceste cerințe, cu două precizări. În norma străină nu este prescrisă pre-

Analiza compoziției chimice [%]

Tabelul 1

Marcaj	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	W	Ti
A	0,12	0,25	0,90	0,03	0,03	15,9	13,8	0,25	2,7	0,30
C	0,11	0,25	0,92	0,03	0,03	16,2	14,0	0,21	2,6	0,35
D	0,12	0,24	0,90	0,03	0,028	16,0	14,3	0,21	2,7	0,35
NH 289-82	0,08—0,15	max. 0,4	max. 1	cca. 0,035	cca. 0,030	15,5—17,0	13—16	max. 0,5	2,5—3,5	5X %C min.
W1 4692	⩽0,15	<0,50	⩽1,00	0,045	0,030	15—17	12,5—14,5	—	2,5—3,0	0,4—0,6

zența molibdenului dar în norma indigenă apare maximum 0,5% Mo. În șarjele analizate a fost identificată prezența a acestui element. Dacă în norma străină conținutul de titan este dat în intervalul 0,4÷0,6%, în norma indigenă îndu-se 5 X% C, este evident că oțelul poate conține pînă la 0,4% Ti. În realitate s-a găsit 0,30—0,350% Ti.

Probele în stare de livrare au o structură austenitică, cu un conținut important de carburi plasate inter-intragranular (fig. 1). Evoluția microstructurii se corelează cu parametrul Larson-Miller (P_{LM}). Este sugestivă reducerea dimensiunii grăunților. La P_{LM} 21000, se remarcă pierderea definiției limitelor grăunților. În stare de livrare, limitele grăunților sînt bine conturate, poate chiar prea aglomerate cu particule de faze secundare.

Fig. 1 Microstructura probelor după diferite nivele de solicitare (1000 X).

Evident, că, sub acțiunea temperaturii și a duratei mari de menținere, au loc transformări atît în ce privește natura particulelor de faze secundare, dar și a dimensiunii și distribuției acestora.

Replicile cu carburi de extracție, pe proba în stare inițială, evidențiază distribuții atît în grăunți cît și la limitele acestora (fig. 2). Cu creșterea parametrului de extrapolare, unele carburi își măresc dimensiunile și migrează spre limitele grăunților. Aceasta este specifică pentru carburile de crom.

Un caz aparte îl constituie prezența titanului, dată fiind afinitatea deosebit de mare a

Fig. 2 Replică de extracție în stare de livrare (1000 X).

acestuia față de carbon. Astfel, în starea inițială, carburile de titan sînt numeroase (fig. 3),

Fig. 3 Distribuția carburilor de titan în stare de livrare (1000 X).

cu tendința de a se plasa la limitele grăunților. La o valoare P_{LM}=20458, se menține încă distribuția dispersă în matricea metalică, cu mici tendințe de formare a unor particule de faze secundare pe bază de titan, de dimensiuni mai mari (fig. 4).

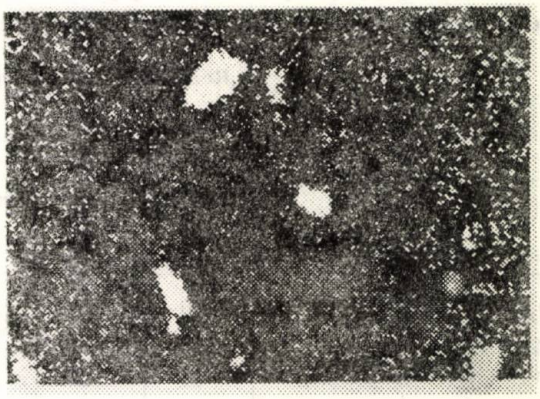


Fig. 4 Distribuția carburilor de titan la P_{LM}= 20458 (1000 X).

Prezența wolframului a fost evidențiată printr-un spectru specific (fig. 5), la o probă supusă la temperatura de 700°C, timp de 6091 ore și solicitarea de tracțiune de 40 N/mm^2.

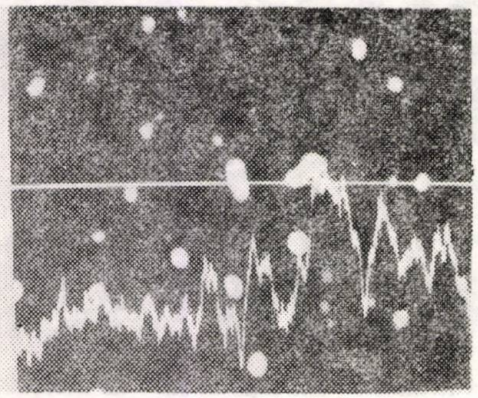


Fig. 5 Spectrul wolframului la P_{LM} = 23142 și tensiunea de 40 N/mm^2.

Rezultatele încercărilor mecanice de tracțiune la temperatura de 20°C sînt cuprinse în tabelul 2. De reținut că valorile impuse corespunzătoare normei indigene sînt îndeplinite. Norma străină impune valori mult mai scăzute ale caracteristicilor de rezistență ($R_{p0,2}$, R_m), dar mai ridicată pentru deformabilitate (A 5).

Rezultatele încercărilor de tracțiune la temperatura de 20°C

Tabelul 2

Marcaj	$R_{p0,2}$ (N/mm^2)	R_m (N/mm^2)	A 5 (%)	Z (%)
A	567	706	33	70
C	552	691	38	71
D	545	670	41	71
NH 289-82	450-550	650-800	min. 25	—
W1. 4692	min. 245	540-590	min. 40	—

Se remarcă depășirea limitei de curgere, la marcajul A comparativ cu norma de livrare.

Cerințele impuse pentru temperaturi ridicate se află în tabelul 3, corespunzătoare încercării la tracțiune, respectiv fluaj. Rezultatele astfel obținute la tracțiune sînt cuprinse în tabelul 4.

Valorile obținute sînt corespunzătoare normei indigene. Cerințele normei străine pentru limita de curgere sînt mult mai scăzue.

Valorile impuse pentru starea de livrare pentru încercările la tracțiune, respectiv fluaj la temperaturi ridicate [N/mm^2]

Tabelul 3

Norma / Temp. (°C)	NH 289—82 $R_{p0,2}$	NH 289—82 R_m	NH 289—82 $R_{r/100.000}$	W1. 4692 $R_{p0,2}$	W1. 4692 $R_{r/10.000}$
500	360	510	390	147	
550	350	490	260	147	
600	340	450	125	147	216
650	320	420	40	—	157
700	290	380	20	147	103
750	—	—	—	—	64

La încercarea la temperatura de 700°C, s-a remarcat reducerea sensibilă a gîtuirii la rupere, comparativ cu evoluția la temperaturile precedente.

Rezultatele încercării la fluaj (cumulat, pentru șarjele analizate) au fost prelucrate prin metoda Larson-Miller corectată. Utilizarea acestei metode este impusă de evidențierea sensibilă a condițiilor concrete de încercare și a comportării materialului în condiții specifice de solicitare. Dependența dintre rezistența tehnică de durată astfel obținută și condițiile de extrapolare este prezentată în figura 6.

Creșterea temperaturii și a duratei de extrapolare a condus la diminuarea sensibilă a rezistenței tehnice de durată. Se remarcă concentrarea valorilor de rezistență obținute pe valorile ridicate ale parametrilor de încercare precedenți.

Trecerea de la durata de extrapolare de 10.000 ore la 50.000 ore a făcut ca materialul să-și reducă rezistența tehnică de durată mult

Rezultatele încercării la tracțiune la temperaturi ridicate

Tabelul 4

Caracteristici / Marcaj Temp.	A 500	A 600	A 700	C 500	C 600	C 700	D 500	D 600	D 700 (°C)
$R_{p0,2}$ [N/mm^2]	480	436	352	483	430	355	477	434	360
R_m [N/mm^2]	566	510	370	569	508	380	561	511	384
$A5$ [%]	21	19	19	22	18	19	22	19	19
Z [%]	59	58	42	57	53	41	58	58	40

mai mult decît a făcut-o pe intervalul dintre 50.000 și 100.000 ore. Aceasta nu poate fi pusă în evidență decît prin evoluția structurii în fazele inițiale de solicitare.

Excepție constituie încercarea la fluaj, pentru care prevederile din norma NH 289-82 este necesar să fie reanalizate pe baza rezultatelor obținute, întrucît la data elaborării prescripțiilor nu se dipunea de rezultatele mecanice de fluaj.

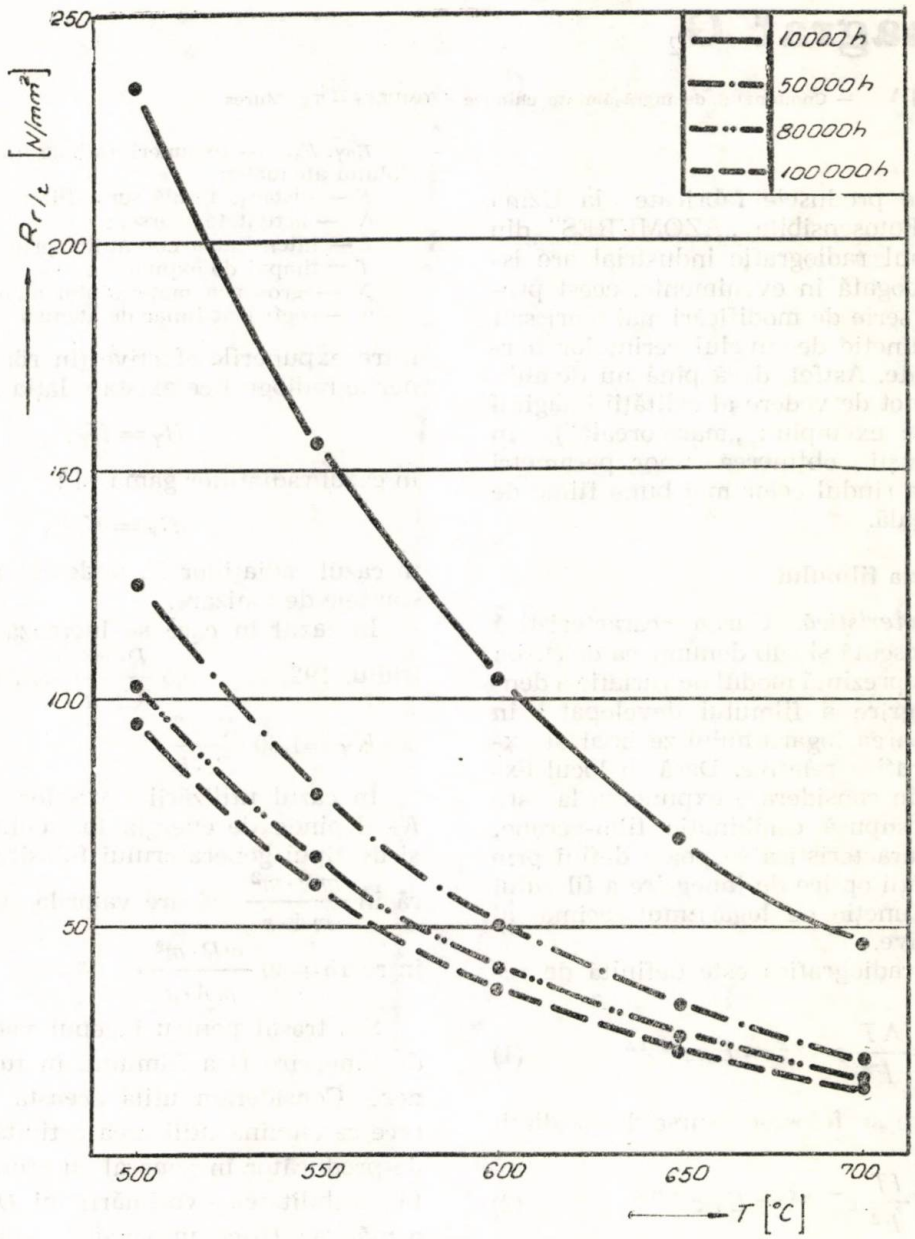


Fig. 6 Dependența rezistenței tehnice de durată de parametrii de extrapolare.

Concluzii

Șarjele din oțelul X 12 Cr Ni W Ti 16.13 au condus la rezultate relativ omogene pe întreaga plajă de investigații abordate.

Evoluția microstructurii este normală pentru tipul de oțel analizat.

Faptul remarcabil constă în încadrarea rezultatelor în limitele normei de livrare la analiza compoziției chimice, încercarea la tracțiune.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Trușculescu, M., Ieremia, A.:* Oțeluri inoxidabile, oțeluri refractare, Editura Facla, Timișoara, 1983.

[2] *Rașeev, D., Oprean, I.:* Tehnologia fabricării și reparării utilajului tehnologic. Ed. didactică și pedagogică, București, 1983.

[3] *Chește, I. și colab.:* Alegerea și utilizarea oțelurilor. Ed. tehnică, București, 1984.

CZ : 620.179.15

Caracteristicile și testarea filmelor radiografice românești Gamagraf G_1 și Gamagraf G_2

Ing. Tudor TRUȚA — Combinatul de îngrășăminte chimice AZOMUREȘ — Tg. Mureș

Introducere

Dintre toate produsele fabricate la Uzina de Materiale Fotosensibile „AZOMUREȘ" din Tg-Mureș, filmul radiografic industrial are istoria cea mai bogată în evenimente, acest produs suferind o serie de modificări mai mari sau mai mici, în funcție de nivelul cerințelor normelor de calitate. Astfel, dacă pînă nu demult, suferea din punct de vedere al calității imaginii radiografice (de exemplu : „marmoreală"), în prezent s-a reușit obținerea unor parametri care îl așază în rîndul celor mai bune filme de pe piața mondială.

Sensitometria filmului

Curba caracteristică. Curba caracteristică a filmului, cunoscută și sub denumirea de curba de înnegrire, reprezintă modul de variație a densității de înnegrire a filmului developat, în funcție de valoarea logaritmului zecimal al expunerii radiografice relative. Dacă în locul expunerii se ia în considerare expunerea la care a fost efectiv supusă combinația film-ecrane, atunci curba caracteristică se poate defini prin variația densității optice de înnegrire a filmului developat, în funcție de logaritmul zecimal al expunerii relative.

Expunerea radiografică este definită de relația :

$$E_\gamma = \frac{\Lambda T}{F^2} e^{-\mu x} = E_{0\gamma} e^{-\mu x} \qquad (1)$$

în cazul în care se folosesc surse de radiații gama, și :

$$E_x = \frac{IT}{F^2} e^{-\mu x} = E_{ox} e^{-\mu x}, \qquad (2)$$

cînd se folosesc surse de radiații X, unde :

$E_{0\gamma}$, E_{ox} — expuneri radiografice în lipsa materialului atenuator ;
F — distanța focală sursă-film;
Λ — activitatea sursei ;
I — intensitatea curentului prin tubul de raze X;
T — timpul de expunere ;
X — grosimea materialului atenuator;
μ — coeficient liniar de atenuare;

Între expunerile efective (în röntgeni) și expunerile radiografice există relația :

$$B_\gamma = K_\gamma E_\gamma \qquad (3)$$

în cazul radiațiilor gama, și :

$$B_x = K_x E_x \qquad (4)$$

în cazul radiațiilor X, unde K_γ și K_x sînt constantele de ionizare.

În cazul în care se lucrează cu sursa de iridiu, 192, $K_\gamma = 0{,}5 \frac{R \cdot m^2}{Ci \cdot h}$ pentru sursa cobalt 60, $K_\gamma = 1{,}30 \frac{R \cdot m^2}{Ci \cdot h}$.

În cazul utilizării surselor de radiații X, K_x depinde de energia fasciculului de radiații și de tipul generatorului folosit ; K_x se măsoară în $\frac{mR \cdot m^2}{mA \cdot s}$ și are valorile uzuale cuprinse între $15 \div 30 \frac{mR \cdot m^2}{mA \cdot s}$.

S-a trasat pentru început variația densității de înnegrire D a filmului, în funcție de expunere. Considerăm utilă această variație, deoarece se elimină utilizarea activității sursei, dată de producător în general cu erori mari, și există posibilitatea exprimării lui D, în funcție de o mărime fizică universial valabilă și direct măsurabilă care este D. S-a ridicat această va-

Variația gradientului și a densității D în funcție de expunere pentru filmul GAMAGRAF G_1

Tabelul 1

g	0,2	3,35	3,60	4,5	5,5	6,4	7,3	FOLII
D	0,25	1,80	2	2,5	3	3,5	4	
B_X 100 [R]	0,6	1,56	1,8	2,41	3,12	3,61	4,21	Pb 25/25 μm
B_X 180 [R]	0,05	1,08	1,23	1,68	2,16	2,64	3,20	Pb 25/25 μm
B_{Ir} 192 [R]	0,14	3,15	3,7	5,1	6,75	8,25	9,85	Pb 25/25 μm
B_{Co} 60 [R]	0,71	12,14	14	19,75	25,7	32,42	39,3	INOX 0,4/0,4 mm

Variația gradientului și a densității D în funcție de expunere pentru filmul GAMAGRAF G_2

Tabelul 2

g	0,2	3,30	3,35	4,45	5,22	5,80	6,30	FOLII
D	0,3	1,80	2	2,5	3	3,5	4	
B_X 100 (R)	0,045	1,09	1,25	1,68	2,1	2,55	3,03	Pb 25/25 m
B_X 180 (R)	0,04	0,8	0,91	1,17	1,48	1,80	2,19	Pb 25/25 m
B_{Ir} 192 (R)	0,16	2,35	2,65	3,48	4,42	5,55	7,04	Pb 25/25 m
B_{Co} 60 (R)	0,71	10,25	11,65	14,75	18,55	22,3	26	INOX 0,4/0,4 mm

riație pentru sursele de Ir^{192}, Co^{60} și pentru două tensiuni de alimentare a tubului de radiații X, respectiv U=100 kV și U=180 kV.

Densitățile de înnegrire au fost măsurate cu o precizie de 10^{-2} unități de densitate, cu un densitometru digital tip SAKURA, etalonat cu filmul etalon furnizat de firma producătoare, iar expunerile au fost măsurate în R, cu un dozimetru clinic tip 27.012, cu cameră de ionizare tip 70.110, cu o precizie de 10^{-2}.

Rezultatele au fost reprezentate în tabelul 1 pentru filmul GAMAGRAF G_1 și tabelul 2 pentru filmul GAMAGRAF G_2. Măsurările au fost făcute pe mai multe șarje ale aceluiași tip de film, scoțîndu-se în evidență reproductibilitatea într-un interval inferior celui prevăzut în NTR 10.917-85 pentru G_2 și STR 12.044-86 pentru G_1. Pentru determinarea caracteristicilor sensitometrice, s-au trasat curbele $D=f$ ($\lg B_{rel}$)

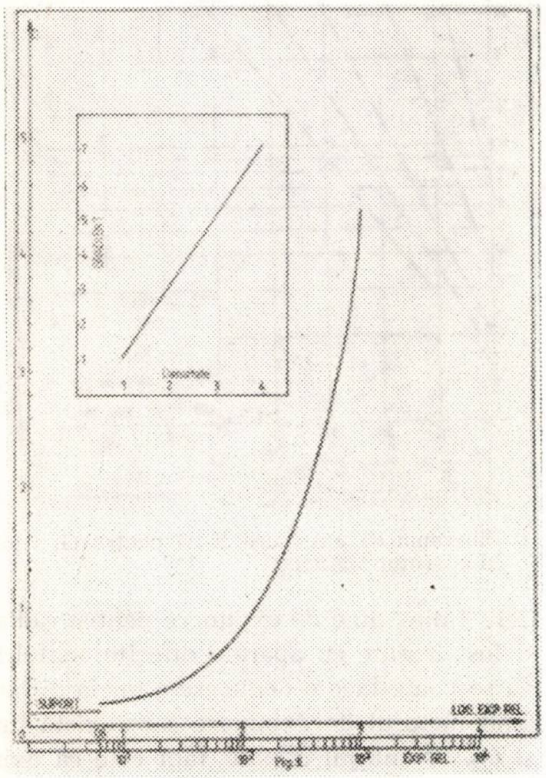


Fig. 1 Curba caracteristică a filmului GAMAGRAF G_1 și variația gradientului de-a lungul ei.

pentru fiecare tip de sursă separat, iar apoi, printr-o alegere judicioasă a unităților abscisei, s-au suprapus toate curbele într-una singură, denumită curbă caracteristică. În figura 1 este reprezentată curba $D=f$ ($\lg B_{rel}$) pentru filmul G_1, iar în figura 2 aceeași variație pentru G_2.

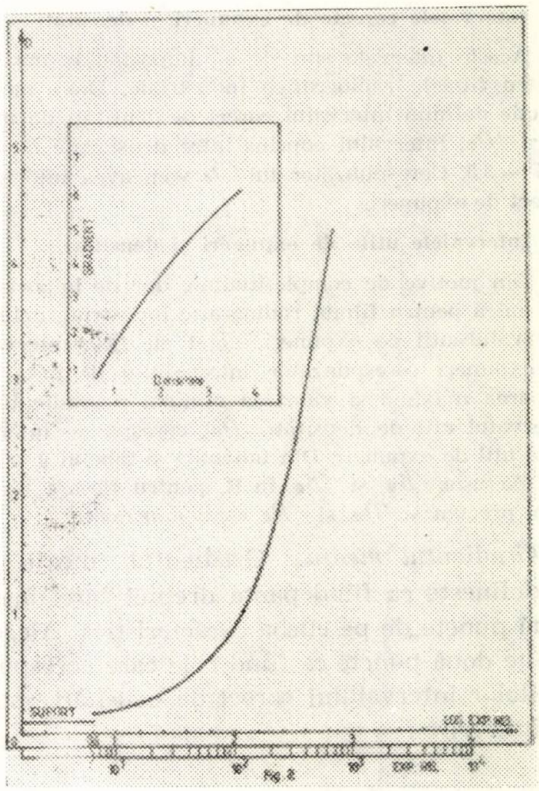


Fig. 2 Curba caracteristică a filmului GAMAGRAF G_2 și variația gradientului de-a lungul ei.

Această suprapunere demonstrează atît faptul că răspunsul emulsiei la diferite energii este corect, cît și faptul că măsurările sînt exacte. Pe aceste curbe unice, s-au determinat cele care urmează.

Gradintului filmului radiografic. Se definește dradientul curbei caracteristice prin mărimea :

$$g = tg\alpha = \frac{dD}{d(\lg B_{rel})} \qquad (5)$$

și este derivat din expresia care descrie analitic curba caracteristică.

În figurile 1 și 2 sînt trasate și dependențele $g=f(D)$ pentru cele două tipuri de filme, iar în tabelul 1 și tabelul 2 este descrisă analitic această variație.

Intervale de expuneri și densități optice de înnegrire. Curba de variație a gradientului filmului cu expunerea permite stabilirea intervalelor de expuneri și densități. Pe baza statisticilor obținute din determinările anterioare, s-a acceptat în majoritatea cazurilor — o valoare minimă a grandientului egală cu 0,2. Valoare maximă a grandientului o vom considera pe aceea care corespunde densității de înnegrire $D=4$, deoarece aceasta este valoarea maximă a densității, care se poate măsura exact și pentru această valoare încă nu ne aflăm în zona de supraexpunere.

Intervalele corecte de expuneri și densități

Aceste intervale sînt de o importanță maximă pentru filmele radiografice industriale. Din motive practie definim intervalul corect de densități de înnegrire $\mathcal{D}_c$, intervalul cuprins între densitățile $D = 1{,}8$ și $D = 3{,}5$. Corespunzător lui $\mathcal{D}_c$ vom avea intervalul corect de expuneri.

Intervalele utile de expuneri și densități

Din motive de completitudine, dar de importanță mai mică pentru filmul radiografic industrial, definim intervalul util de expuneri, notat cu $\mathcal{B}_u$, intervalul de expuneri corespunzător intervalului delimitat de valoarea maximă și valoarea minimă a gradientului. Intervalul util de densități $\mathcal{D}_u$, corespunde intervalului util de expuneri. Din tabelul 1 și tabelul 2 se pot calcula ușor $\mathcal{B}_u$ și $\mathcal{B}_c$ în R, pentru fiecare tip de film, precum și $\mathcal{D}_u$ și $\mathcal{D}_c$ corespunzătoare.

Gradientul mediu. Gradientul mediu g_m se definește ca fiind panta dreptei care unește două puncte de pe curba caracteristică. Alegem aceste două puncte ca fiind cele care corespund limitelor intervalului corect de densități optice de înnegrire :

$$g_m = \frac{\mathcal{D}_c}{\Delta \lg (B_{rel})_c} \qquad (6)$$

$g_m = 4{,}70 \pm 0{,}2$ pentru GAMAGRAF G_2

$g_m = 4{,}80 \pm 0{,}2$ pentru GAMAGRAF G_1

Se poate observa că abaterea valorilor lui g_m este de 0,2 și este condiționată de cele două standarde de produs.

Rapiditatea filmului. Rapiditatea filmului radiografic exprimă proprietatea emulsiei fotosensibile de a fi mai mult sau mai puțin sensibilă la acțiunea radiațiilor. Notată cu $\mathcal{R}$, se definește prin inversul expunerii necesare pentru producerea pe filmul developat a unei densități optice de înnegrire determinate :

$$\mathcal{R} = \frac{1}{B_D} \qquad (7)$$

din tabelul 1 și tabelul 2 se pot calcula imediat valorile rapidității lor filmelor pentru 7 valori ale lui D.

Diagramele de expunere

Diagramele de expunere reprezintă în cazul radiațiilor gama, variația produsului ΛT $(Ci.h)$, în funcție de grosimea materialului radiat X [mm], la diferite distanțe focale F date, iar în cazul radiațiilor X, variația produsului It [mA.min], în funcție de x pentru mai multe valori ale tensiunii de accelerare a tubului U și o distanță focală F dată. Diagramele de expunere au fost trasate pentru sursele gama de Ir^{192} și Co^{60} și diferite surse de radiații X, folosind ca material atenuator oțelul și aluminiul.

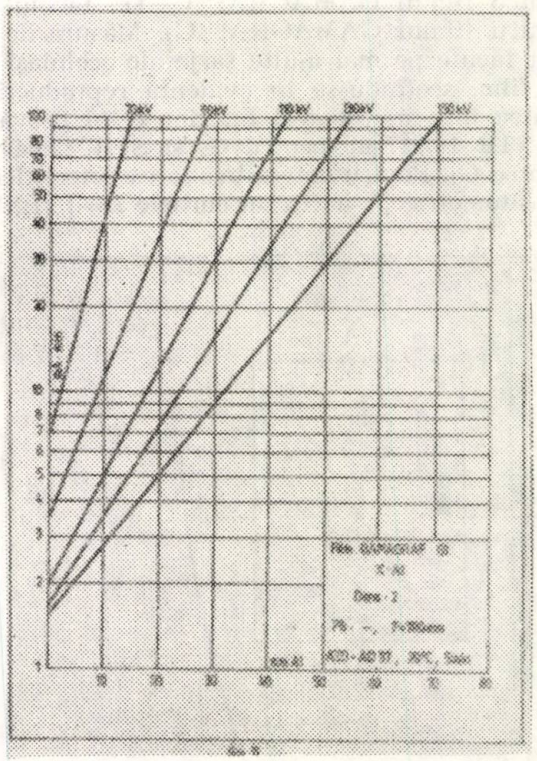


Fig. 3 Diagrama de expunere X-Al pentru G_1 trasată cu aparatul MXR200.

Cele 4 diagrame de expunere pentru radiații X au fost trasate cu aparate diferite, astfel încît nu se poate face o deducere a uneia din alta folosind factorul de expunere care există între G_1 și G_2. Avantajul acestui fapt este că există posibilitatea utilizării pe scară largă a acestor diagrame. Conform normelor, diagramele de

expunere conțin întreaga cantitate de informație privind densitatea de înnegrire pentru care sînt trasate grosimea și natura materialului iradiat, precum și a ecranelor intensificatoare, condițiile geometrice de expunere, precum și

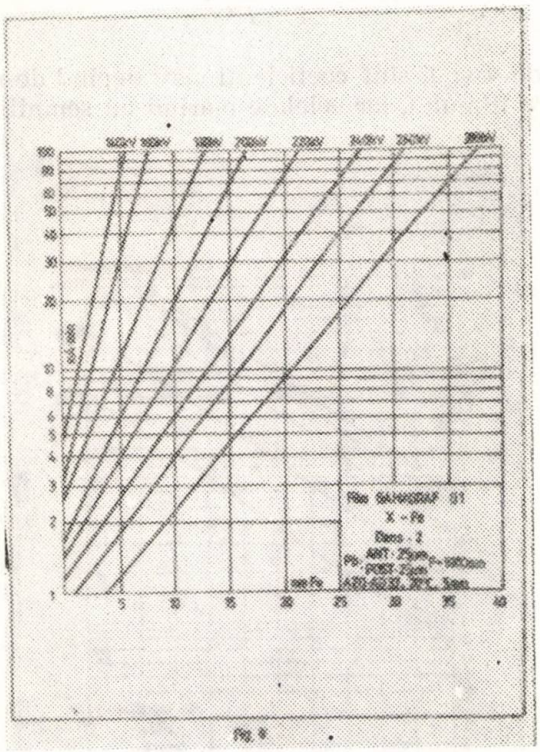


Fig. 4 Diagrama de expunere X-Fe pentru G_1 trasată cu aparatul BALTOGRAPHE CE400.

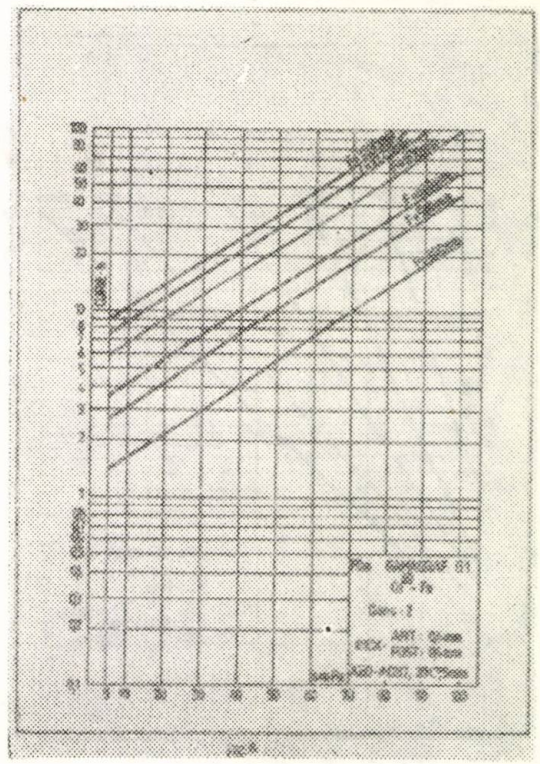


Fig. 6 Diagrama de expunere Co^{60} — Fe pentru G_1

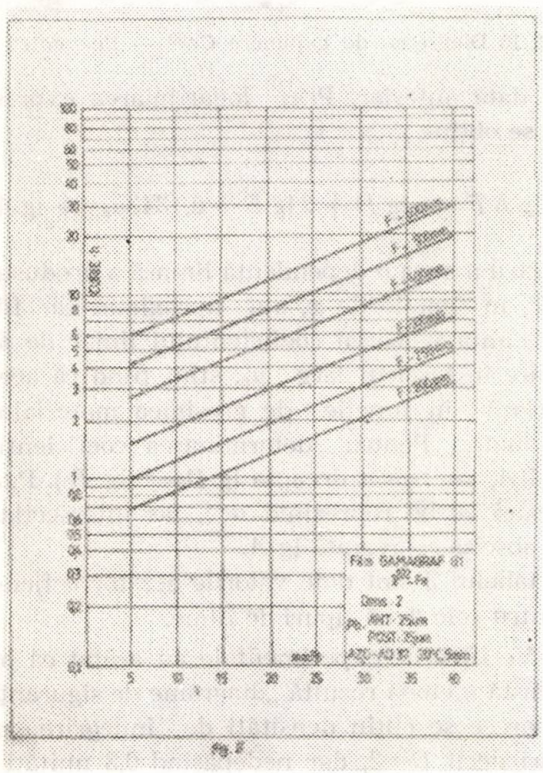


Fig. 5 Diagrama de expunere Ir^{192} — Fe pentru G_1.

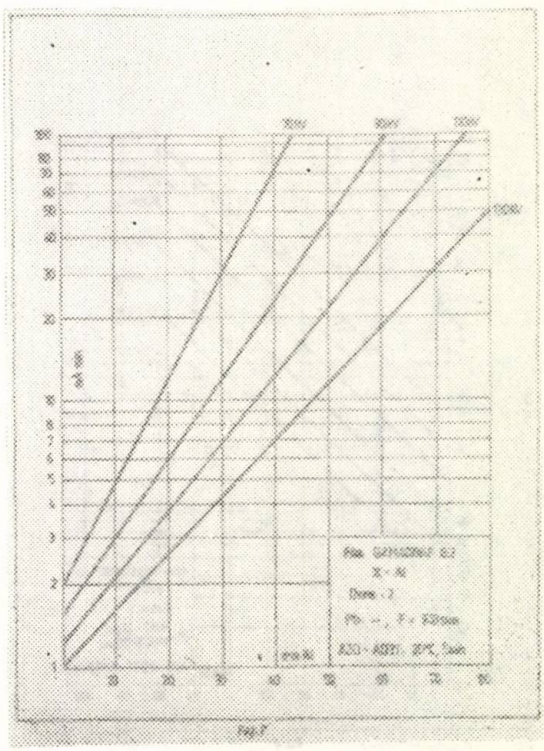


Fig. 7 Diagrama de expunere X—Al pentru G_2 trasată cu aparatul RAP 150/300.

condițiile de developare a filmelor. Diagramele pentru Ir^{192} și Co^{60} au fost trasate și prin calcul, folosind metoda Brachet, introdusă la noi de

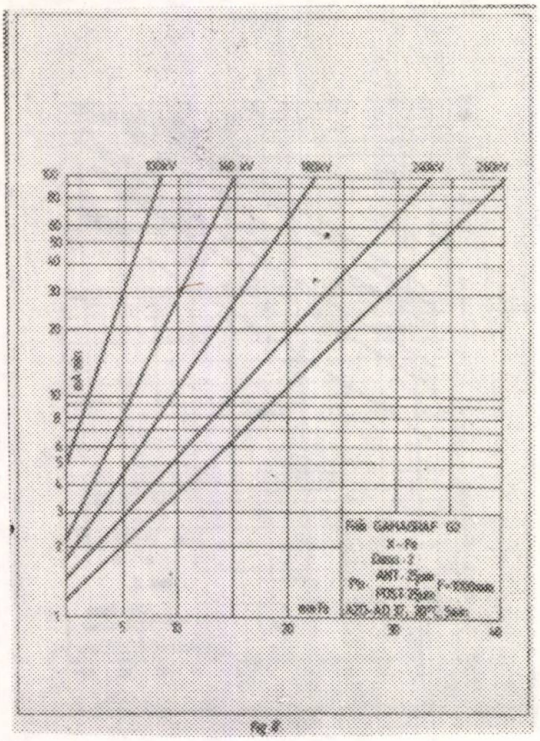


Fig. 8 Diagrama de expunere X — Fe pentru G_2 trasată cu aparatul RAP 150/300.

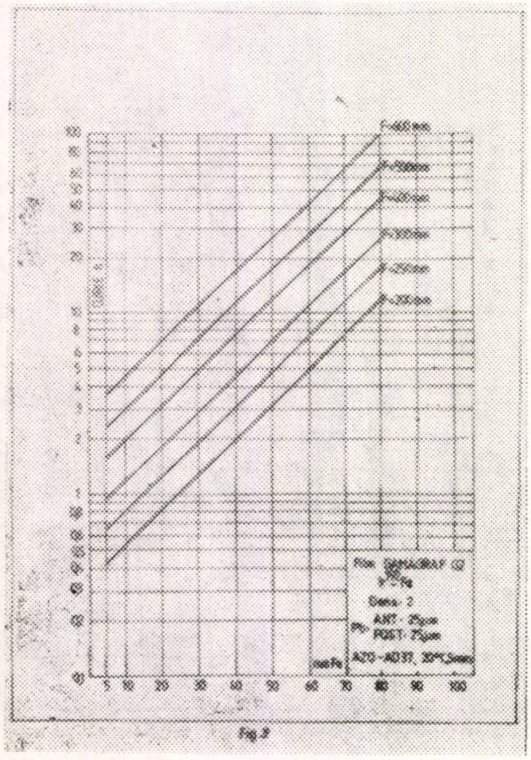


Fig. 9 Diagrama de expunere Ir^{192} — Fe pentru G_2.

prof. dr. M. Gr. Năstase. Această metodă se bazează pe următoarea expresie :

$$D^{\alpha} = \frac{1}{A} \cdot \frac{\Lambda T}{F^2} e^{-\mu x} \qquad (8)$$

unde α și A sînt coeficienți care depind de natura filmului, iar celelate mărimi au semnifica-

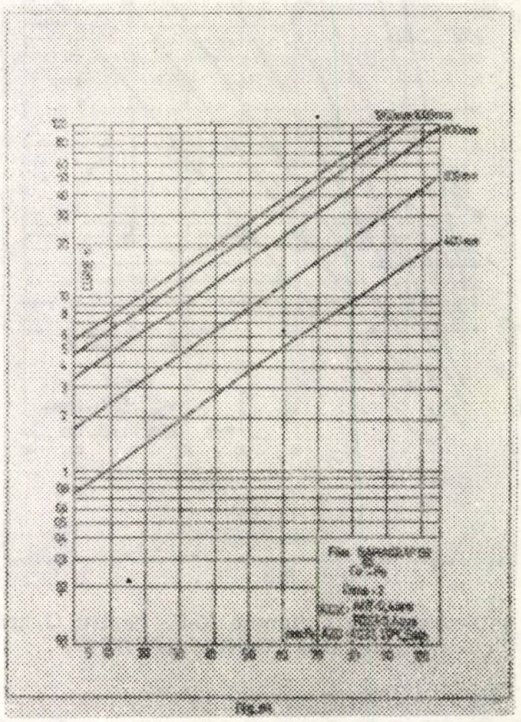


Fig. 10 Diagrama de expunere Co^{60} — Fe pentru G_2.

ția dată anterior. Prin logaritmarea expresiei (8) se obține :

$$\lg \Lambda T = \alpha \lg D + 2 \lg F + 0.4343 \mu_e x + \lg A \qquad (9)$$

Pentru a avea o dependență liniară a produsului ΛT, în funcție de x, s-a aproximat ca fiind constantă valoarea coeficientului liniar de atenuare în fascicul larg μ_e, știut fiind că acesta variază în funcție de grosimea materialului atenuator. Pentru determinarea coeficienților α și A, s-a trasat dreapta $\lg D = f(\lg E_0)$. Panta acestei curbe reprezintă α^{-1}, iar intersecția ei cu abscisa reprezintă $\lg A$.

În tabelul 3 sînt date valorile acestor ceficienți pentru cele două tipuri de filme.

Verificările experimentale au arătat că prin această metodă rezultă „diagrame de siguranță", deoarece se obțin densități de înnegrire mai mari decît $D=2$, dar nedepășind 0,3 unități de densitate optică de înnegrire.

Valorile coeficienților α și A din formula expunerii

Tabelul 3

Tipul filmului	Sursa de radiații		Ig. A	A
GAMAGRAF G—1	Ir—192	1,08	0,538	3,45
GAMAGRAF G—2	Ir—192	1,115	0,408	2,50
GAMAGRAF G—1	Co— 60	1,08	0,585	3,84
GAMAGRAF G—2	Co— 60	1,115	0,452	2,83

expunere prevăzute în STAS 6605/1—86 privind relațiile dintre $\varnothing$ — diametrul sursei, F și x. S-au folosit indicatori de calitate a imaginii (ICI), cu trepte și găuri conform STAS 10137-78. Figurile 11 și 12 conțin nivelele de detectabilitate pentru filmul G_1 și filmul G_2, în funcție de energia radiației și grosimea materialului iradiat.

Toate expunerile au fost făcute în tehnica D, iar interpretarea filmelor a fost făcută de un număr de 5 persoane. Analizînd aceste diagrame se constată că filmele GAMAGRAF se încadrează în condițiile impuse de CR 20—85 doar cînd se expun la radiații X. Neîncadrarea

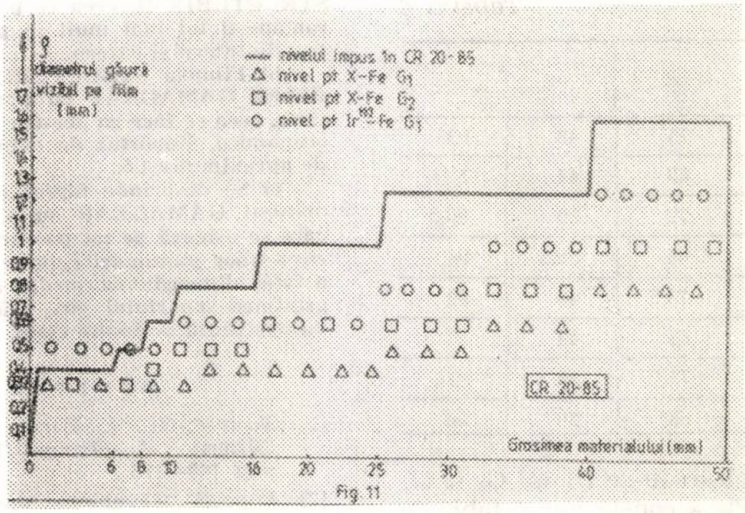


Fig. 11 Nivelele de detectabilitate pentru X — Fe — G_1, X — Fe — G_2, Ir^{192} — Fe — G_1.

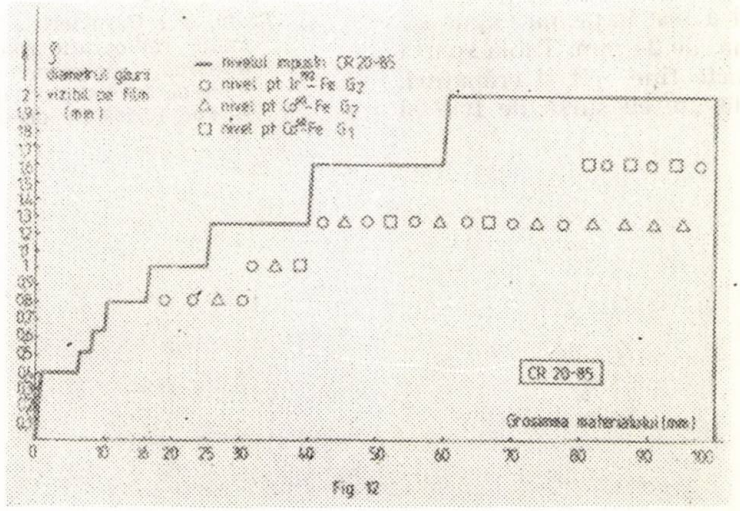


Fig. 12 Nivelele de detectabilitate pentru Ir^{192} — Fe — G_2, Co^{60} — Fe — G_1, Co^{60} — Fe — G_2.

Diagramele de detectabilitate

Pentru determinarea diagramelor sau a nivelelor de detectabilitate s-au expus plăci de oțel, respectîndu-se condițiile geometrice de filmelor în aceste prescripții la grosimile mici pentru sursele Ir^{192} și Co^{60} este determinată de valoarea mare a energiei acestor surse în raport cu grosimea materialului atenuator. Din acest motiv, la grosimi mici de oțel ($x<10$ mm pen-

tru Ir^{192} și $x<30$ mm pentru Co^{60}), nu se indică folosirea acestor surse.

Se poate observa că nivelele de detectabilitate ale filmelor G_1 sînt mai bune decît filmului G_2, în special în domeniul grosimilor mici (8—30 mm).

Menționăm că rezultate identice cu cele obținute pentru filmele GAMAGRAF au fost obținute și pentru filmele de tip STRUCTURIX similare, expuse în aceleași condiții. Acest lucru este ilustrat și prin testele efectuate pe piesa cu fisuri reale. În acest scop s-au făcut expuneri

Lungimea totală a fisurilor în patru zone ale filmelor expuse folosind piesa cu fisuri reale

Tabelul 4

Zona de măsurare		I	II	III	IV
G 1	10 + 4	44,5	75	48	93
	20 + 4	41	68	44	58
G 2	10 + 4	37,5	72	39	90,5
	20 + 4	32	65	30,5	96
G 4	10 + 4	45	73,5	48	91
	20 + 4	40	68	44	57
D 5	10 + 4	38	71	38	91
	20 + 4	33	63	29	56

în condiții identice folosindu-se filmul G_1 și D_4 precum și G_2 și D_5. Piesa constă într-o tablă de oțel de 4 mm călită, care a fost spartă și apoi lipsită odată pe o tablă de grosime de 10 mm și o dată pe o tablă de 20 mm astfel încît grosimea totală a piesei de oțel a fost la prima expunere de 14 mm iar la a doua de 24 mm. Tablă spartă conține atît fisuri foarte fine cît și crăpături. Expunerile au fost făcute cu sursa de Ir^{192} și s-a avut în vedere ca tabla spartă să fie înspre sursă. Pe mai multe suprafețe de film developat s-a măsurat lungimea totală a fisurilor. S-a urmărit încadrarea pe film a acelorași porțiuni de piesă, iar rezultatele au fost trecute în tabelul 4.

S-a demonstrat încă o dată că nivelul de detectabilitate a celor două tipuri de filme echivalente GAMAGRAF, respectiv STRUCTURIX, este același.

Concluzii

a). Caracteristicile sensitometrice ale filmelor GAMAGRAF G_1 și GAMAGRAF G_2 sînt foarte apropiate de cele ale filmelor STRUCTURIX D_4 respectiv STRUCTURIX D_5 ceea ce permite integrarea filmelor românești tot mai mult în produse de control nedistructiv intern și extern.

b) Filmele STRUCTURIX sînt mai rapide decît filmele GAMAGRAF cu aproximativ 20% unități de timp, ceea ce face ca acestea din urmă să fie mai puțin economice. Raportul de expuneri între G_1 și G_2 este de aproximativ 1,5.

c) Se desprinde faptul că fimele radiografice românești GAMAGRAF au o înaltă reproductibilitate, care se asigură pe tot parcursul fabricației prin urmărirea unor parametri cum ar fi : grosimea emulsiei pe o față, dimensiunea medie a granulelor, calitatea și grosimea suportului etc., mărimi care sînt verificate cu aparatură de înaltă clasă.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Năstase, Gr. M.* : Bazele defectoscofiei radiologice. Editura Academiei R.S.R., București 1970, pag. 168—178.

[2] *Popa, V.* : Probleme practice ale radiografiei industriale cu radiații X și γ. Editura Tehnică, București, 1978, pag. 111—120.

[3] x x x : Radiographie Industrielle, AGFA-GEVAERT, 1980.

[4] *Truța, T.* : Caracteristicile sensitometrice ale filmului radiografic românesc aplicate la determinarea diagramelor de expunere pentru surse de Ir^{192} și piese de oțel. Proiect de diplomă — Fac. Fizică București, 1984.

CZ : 620.179.14

Noi instalații pentru defectoscopie magnetică nedistructivă concepute și produse în I.C.P.E. destinate industriei constructoare de mașini și energeticii

Dr. ing. Radu **CRAMARIUC**, ing. Ștefan **OLTEANU**, ing. Victor **CHIVU**, ing. Florentina **COBANU**, dr. ing Constantin **CAZAC**, ing. Tatiana **SCĂRLĂTESCU**, subing. Rodica **OLTEANU**, dr. chim. Silviu **JIPA**, ing Corina **POPA**, chim. Radu **SETNESCU**, dr. chim. Sorin **ILIE**, dr. chim. Teodora **ROBU**, chim. Tanța **SETNESCU**, chim. Diana **ILIE**, ing. chim. Georgeta **CHEREGI** — I.C.P.E. București

Dr. chim. Ion **MIHALCEA** — Institutul Politehnic București

Introducere

Defectoscopia magnetică nedistructivă este o metodă relativ simplă, aplicabilă numai pieselor feromagnetice, punînd în evidență defecte de suprafață sau din imediata apropiere a suprafeței. Metoda se poate aplica atît în stadiul final, cît și pe parcursul desfășurării procesului tehnologic; pe lîngă depistarea defectului, ea permite și analiza cauzelor care au generat apariția acestuia.

Acest tip de control nedistructiv parcurge următoarele trei etape :

— detectarea, măsurarea și identificarea defectului ;

— compararea rezultatelor obținute cu valorile limită de acceptare a anomaliei respective;

— luarea deciziei privind măsurile ce urmează a se adopta (acceptare, reparare sau rebutare).

Principalele cerințe ale acestei metode de control nedistructiv sînt :

— sensibilitatea și definiția ;

— concludența rezultatelor controlului ;

— fiabilitatea aparaturii de control ;

— simplitatea procesului tehnologic de control ;

— productivitatea controlului ;

— necesitățile de protecție a operatorilor ;

— cerințele impuse pregătirii personalului operator.

Definiția reprezintă distanța cea mai mică dintre două defecte minime, de la care se poate obține o indicație distinctă, iar **concludența** se poate stabili ca raportul dintre numărul de decizii eronate și numărul total de decizii luat într-un anumit interval de timp.

Fiabilitatea, simplitatea și productivitatea controlului sînt legate direct de modul de realizare a instalației, aceasta putînd fi manuală, semiautomată sau complet automată.

Necesitățile de protecție a operatorilor și cerințele impuse pregătirii personalului operator sînt legate de faptul că operatorii lucrează în mediu toxic, revelatorul magnetic fiind în suspensie de kerosen, iar lumina ultravioletă cu lungime de undă de 3650 Å este, de asemenea, toxică pentru ochiul omenesc.

Metoda defectoscopiei magnetice nedistructive și printr-o concludență a rezultatelor, permițînd controlul pieselor indiferent de configurație și dimensiuni.

Metoda se aplică în bune condițiuni în următoarele cazuri :

— defecte provenind din procesul de fabricare :

- în semifabricate (forjate, ștanțate, profile) se descoperă bine suprapunerile, crăpăturile și rupturile ce ies la suprafață ;
- în table și plăci : suprapuneri și exfolieri ;

— în piese prelucrate sau reparate cu aplicarea diferitelor procedee de îmbinare :

- prin sudare : fisuri, nepătrunderi;
- prin prelucrare mecanică: fisuri de rectificare;
- prin tratament termic : fisuri de călire ;
- prin turnare : fisuri de suprafață;

— defecte apărute în exploatare :

- fisuri generate de fenomene de oboseală.

Metode de control magnetic

Metoda de control cu revelatori magnetici. Asupra piesei magnetizate ce trebuie controlată se aplică particule feromagnetice sub formă de pulberi, uscate sau în suspensie, particule ce oferă cîmpului magnetic de scăpări o cale de reluctanță mai mică decît a aerului realizîndu-se un spectru de dispersie caracteristic în zona defectului. Metoda permite localizarea defectelor superficiale în materiale feromagnetice, prin punerea în evidență a unui cîmp magnetic de scăpări al suprafața și în exteriorul suprafeței piesei de controlat.

Orientarea defectului este importantă în raport cu direcția liniilor de forță ale cîmpului magnetic. Indicațiile cele mai clare se obțin cînd defectele au cea mai mare dimensiune orientată perpendicular pe liniile de forță ale cîmpului magnetic.

Metoda de control magnetoscopic prin măsurarea directă a cîmpului de scăpări. Mult timp această metodă a fost neglijată în favoarea metodei de control cu curenți turbionari și a metodei de control cu ultrasunete.

Metoda prezintă următoarele caracteristici:

— permite testarea la cald și la rece a materialelor feromagnetice, cît timp ne aflăm sub temperatura punctului Curie ;

— se determină și defectele care nu ies la suprafață ;

— dă anumite indicații asupra dimensiunii defectului ;

— detectarea se face fără contact cu materialul ;

— permite automatizarea, necesitînd o analiză relativ simplă a semnalului ;

— permite detectarea defectelor chiar pe suprafețe rugoase și nedecapate.

Există un nivel optim de magnetizare pentru care defectele produc cîmpuri de scăpări detectabile. În geneal, defectele largi și puțin adinci nu dau un flux de scăpări semnificativ. Așa se explică de ce nu deranjează suprafețele relativ rugoase sau neprelucrate. Funcție de modul în care sînt puse în evidență cîmpurile magnetice de scăpări, se poate face următoarea clasificare :

— cu ferosondă; gradientul cîmpului magnetic de scăpări se înregistrează cu ajutorul unei sonde ce transformă mărimile magnetice în mărimi electrice, ușor de înregistrat ;

— metoda magnetografică ; se înregistrează cîmpul magnetic de scăpări pe o bandă magnetică, ce este apoi „citită" asemănător unei benzi de magnetofon ;

— metode utilizînd sonde Hall, dispozitive magnetorezistive etc.

În general, se utilizează montajul diferențial al sondelor, pentru a putea elimina influența cîmpurilor perturbatoare ce pot apărea atît din cauza stării suprafeței piesei, cît și din cauza mediului extern.

Comparație între metoda de control cu revelatori magnetici și metoda de control magnetoscopic cu măsurarea directă a cîmpului magnetic de scăpări

În cazul unei metode ce utilizează pulberi se lucrează la nivele relativ reduse ale cîmpului magnetic aplicat piesei, corespunzătoare valorii μ_{max}, valoare pentru care reluctanța materialului este comparabilă cu cea a pulberii magnetice Pentru valori ridicate ale cîmpului aplicat, reluctanța crește pe seama scăderii permeabilității μ, ceea ce conduce la mărirea fluxului de dispersie și scăderea contrastului între zonele cu defect și cele fără defect, prin aglomerări excesive de pulberi, inclusiv în zonele fără defect.

În cazul măsurării directe a fluxului de dispersie, se aplică nivele de cîmp corespunzătoare saturației materialului, ceea ce înseamnă, implicit, valori ridicate ale reluctanței, comparabile cu valoarea reluctanței aerului. În ceea ce privește defectul interior, în cazul metodei cu pulberi, forța ce acționează asupra pulberii depinde de grandientul cîmpului, iar această influență — în opoziție cu metoda măsurării directe — nu poate fi compensată, rezultînd numai o indicație calitativă despre defect.

Metoda explorării directe dă indicații cantitative asupra valorilor componentelor normală și tangențială ale cîmpului de dispersie.

Realizări ale I.C.P.E. București în domeniul defectoscopiei magnetice nedistructive

În decursul anilor, în cadrul laboratorului de Electrostatică, problema a fost abordată mergîndu-se atît pe calea realizării de aparatură cu revelatori magnetici, cît și a materialelor consumabile (revelatorii).

S-au realizat mai multe instalații diferind după gabarit, destinație, parametri. Acestea sînt :

DIR—1500 cu deschiderea maximă 1500 mm, solenația maximă 30.000 Asp, curent maxim 6 kA ;

DIR—2500 cu deschiderea maximă 2500 mm, solenația maximă 35.000 Asp, curent maxim 6 kA ;

DIR—6500 cu deschiderea maximă 6500 mm, solenația maximă 400.000 Asp, curent maxim 6 kA eficace, 10 kA valoare de vîrf.

Acestea sînt instalații de tipul orizontal, folosite pentru controlul pieselor relativ mari din industria constructoare de mașini (arbori cotiți).

IDM—CV 4000 instalație de defectoscopie magnetică în construcție verticală cu solenația maximă 24.000 Asp și curent pulsant 4000 A, valoare de vîrf, destinată controlului pieselor mici ($\varnothing$=100 mm ; l=300 mm).

GM 0,7 defectoscop magnetic transportabil, curent maxim 1 kA c.a., 0,7 kA c.c.

GM 1 defectoscop magnetic mobil, curent maxim 1,5 kA c.a., 1 kA c.c.

GM 2 defectosop magnetic mobil, curent maxim 2,5 kA c.a., 2 kA c.c.

GM 3 defectoscop magnetic mobil, curent maxim 3,5 kA c.a., 3 kA c.c.

Ultimele patru poziții sînt recomandate pentru controlul pieselor mari, la locul de producție controlul făcîndu-se pe porțiuni.

În ceea ce privește revelatorii magnetici, aceștia s-au realizat atît pentru metoda uscată cît și pentru metoda umedă, în granulație și culori diferite, inclusiv revelatori fluorescenți.

În cele ce urmează prezentăm cele mai recente instalații realizate în I.C.P.E. în acest domeniu.

Defectoscopul industrial cu revelator tip DIR 6500/400000/S este destinat pentru detectarea defectelor longitudinale și transversale ale pieselor tip arbori cotiți. Este destinat să furnizeze curent continuu de mare intensitate pulsat, necesar magnetizării transversale a pieselor masive, prin trecerea directă a curentului prin piesă. Totodată produsul furnizează un cîmp magnetic necesar magnetizării longitudinale, avînd un circuit magnetic cu poli masivi.

Are următoarele caracteristici :

— tensiunea de alimentare : 3×380 V ±10% ; 15% ;
— frecvența rețelei de alimentare : 50 Hz ;
— puterea absorbită de la rețea : inst. max. 0,15 MVA ; med. max. 0,08 MVA ;
— solenația maximă (timp 0—20 s) : 400000 Asp reglabilă în 40 de trepte ;
— curent continuu furnizat la ieșire : tensiune 0 ... 24 V reglabilă în 20 trepte maxim 6 kA (8,4 kA vîrf) ;
— durata de acționare : maxim 10%.

Poate lucra în următoarele condiții de mediu :

— temperatură : — 5 ÷ + 40°S ;
— umiditatea relativă a aerului : max. 70% la 20°C ;
— altitudinea : 0÷1000 m.

Din punct de vedere constructiv, mașina are următoarele dimensiuni : 16.637 × 2.700 × ×3.500 mm și o greutate de aprox. 16 t. Curentul de ieșire se vizualizazeaă pe aparatul indicator numeric montat pe pupitrul de comandă. Tot pe acest pupitru se află montate comenzile și releele de timp pentru toate secvențele de lucru. Defectoscopul DIR 6500 are următoarea alcătuire (fig. 1, 2, 3) :

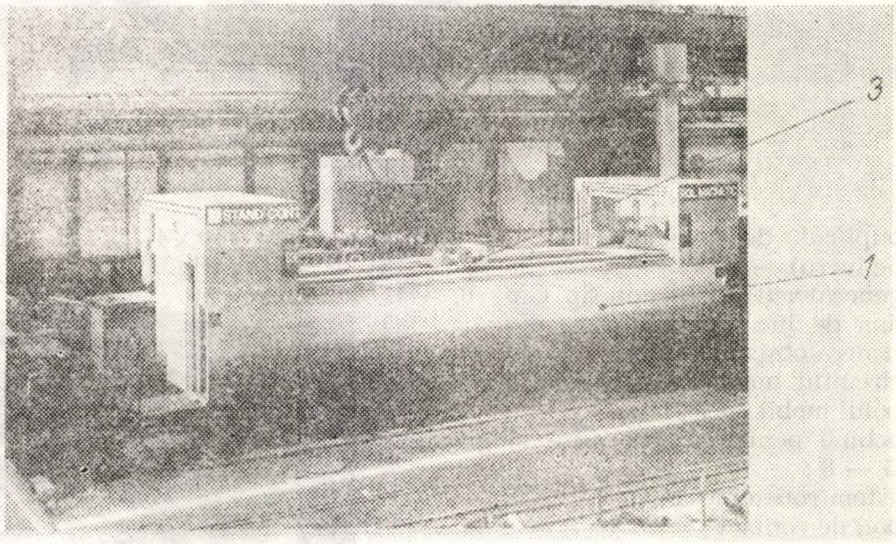


Fig. 1 Defectoscopul DIR 650 — ansamblul instalației pregătit pentru alimentarea cu o nouă piesă de controlat.

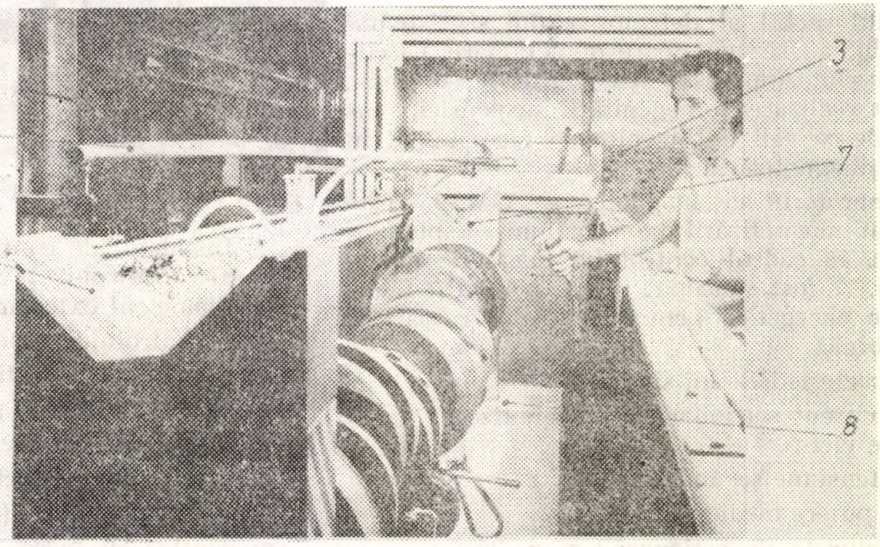


Fig. 2 Defectoscopul DIR 6500 — ciclul de magnetizare și stropire cu revelatori magnetici.

— mașina de lucru propriu-zisă (ansamblul mecanic) — **1** ;
— dulapul de comandă — **2** ;

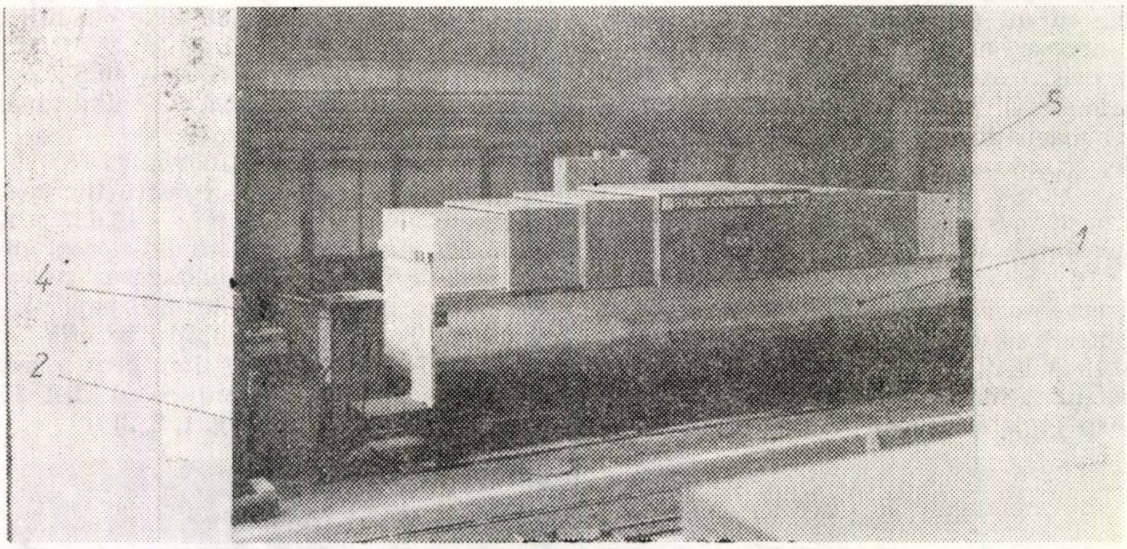


Fig. 3 Defectoscopul DIR 6500 — ansamblul instalației cu cabina obscură închisă pentru controlul cu pulbere magnetică fluorescentă și vizualizare a defectelor în lumină ultravioletă.

— pupitrul de comandă (plasat pe mașina de lucru) — **3** ;
— generatorul de curent tip GM—6, —**4**.

Mașina de lucru se compune din :
— camera obscură — **5** ;
— circuitul magnetic cu polul fix — **6** și polul mobil — **7** ;
— bobine pentru magnetizare longitudinală — 8 ;
— sistem rotire piesă ;
— poli de contact ;
— dispozitiv de stropire cu lichid revelator — **9** ;
— sistem de iluminare ultraviolet.

Polul mobil al defectoscopului și sistemul de rotire au servomotoare de acționare. Circuitul revelatorului este cu agitare continuă, pentru realizarea omogenității suspensiei, iar deschiderea căii de stropire se face numai în timpul magnetizării.

Generatorul de magnetizare GM 0,7 este destinat magnetizării pe porțiuni a pieselor masive, în cadrul controlului magnetic nedistructiv. A fost conceput inițial pentru a fi folosit în energetică pentru controlul rotoarelor de turbină.

Caracteristicile lui sînt :

— curent secundar de magnetizare : 1 kA valoare vîrf ;
— tensiune secundară : 4,8 V ;
— putere medie : 2 kVA ;
— durata de acționare : max. 25% ;
— lungimea cablului : 3 m.

Aparatul se pretează controlului pieselor pe poziție, oricît de complicată ar fi geometria acestora. Are următoarele dimensiuni de gabarit : 410×470×180 mm și cîntărește aprox. 35 kg (fig. 4).

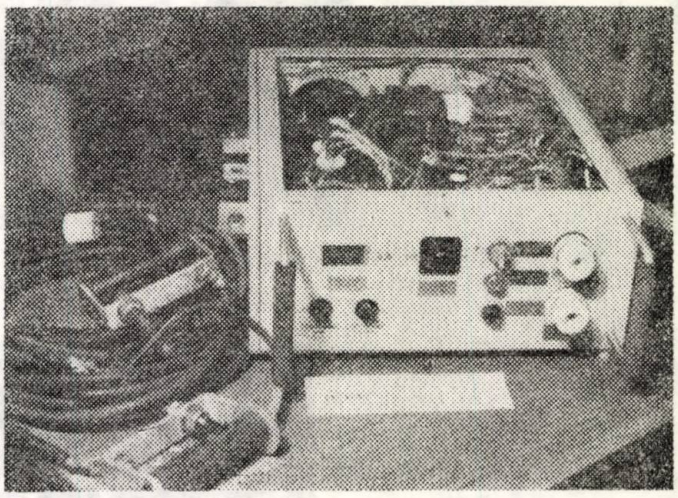


Fig. 4 Generatorul de magnetizare GM 0,7.

Instalația de control magnetic cu pulberi pentru controlul țevilor sudate longitudinal, cu diametrul exterior de 1420 mm, este destinată controlului capetelor șanfrenate ale țevilor pentru construcția conductei de transport a gazului metan sub presiune.

Se iau în considerare 6 tipuri limită de defecte posibile funcție de orientarea lor și de locul în care se află (fig. 5). Se folosesc 4 juguri magnetice cu piese polare adaptate formei zonei de controlat. Jugurile au o secțiune a

circuitului magnetic de 1600 mm^2 oțel KPS și o solenație de 10.000 Asp. Sînt prevăzute cu role de ghidare pe suprafața exterioară a țevii, pre-

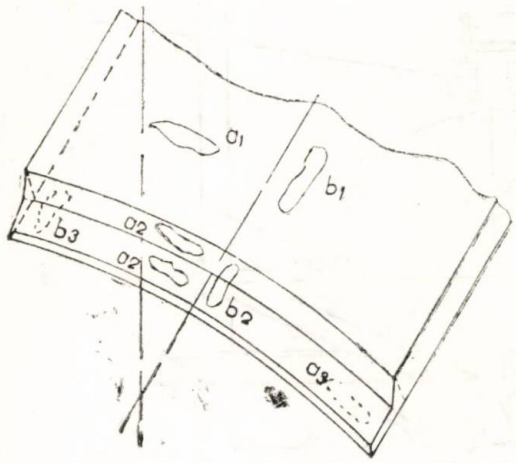


Fig. 5 Reprezentarea schematică a celor 6 tipuri limită de defecte pe capătul șanfrenat al țevii.

indiferent de variațiile de ovalitate ale peretelui țevii, și o poziție constantă a jugului într-o gamă de ±50 mm mișcarea axială a țevii în timpul rotirii. Bobinele sînt alimentate cu tensiune electrică nepericuloasă (mai mică de 42 V). Zona din capătul țevii magnetizată între piesele polare are aproximativ 160 mm.

În figura 6 este prezentat dulapul de comandă și alimentare, iar în figura 7 este prezentat ansamblul instalației.

Jugul magnetic exterior (JME) este destinat punerii în evidență a defectelor de tip b 1 și a unora din defectele de tip b 2 (poziția 1 din fig. 7).

Jugul magnetic interior (JMI) este destinat punerii în evidență a defectelor de tip b 3 și a defectelor de tip b 2 — poziția 2.

Jugul magnetic frontal I (JMF—I) este destinat pentru detectarea defectelor de tip a 2 — poziția 3.

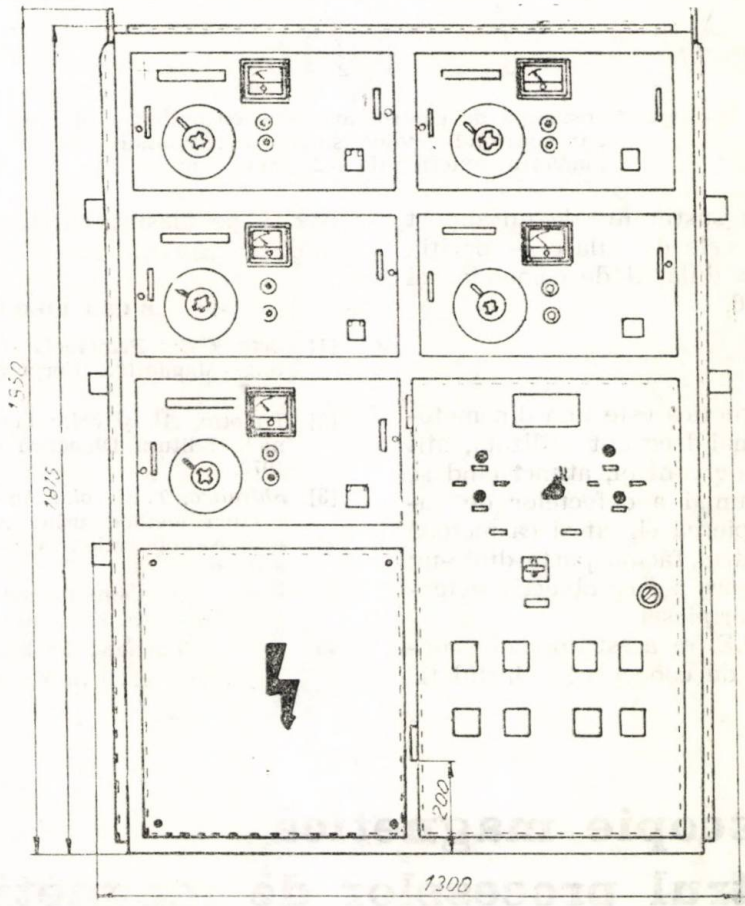


Fig. 6 Dulapul de comandă și alimentare al instalației de control magnetic cu pulberi pentru controlul țevilor sudate longitudinal, diametrul 1420 mm.

cum și pe inelul circular frontal al capătului șanfrenat al țevii. Prin acest sistem se păstrează un întrefier constant (aprox. 1,5÷2 mm),

Jugul magnetic frontal II (JMF—II) este destinat pentru detectarea defectelor de tip a 1 și a 3 — poziția 4.

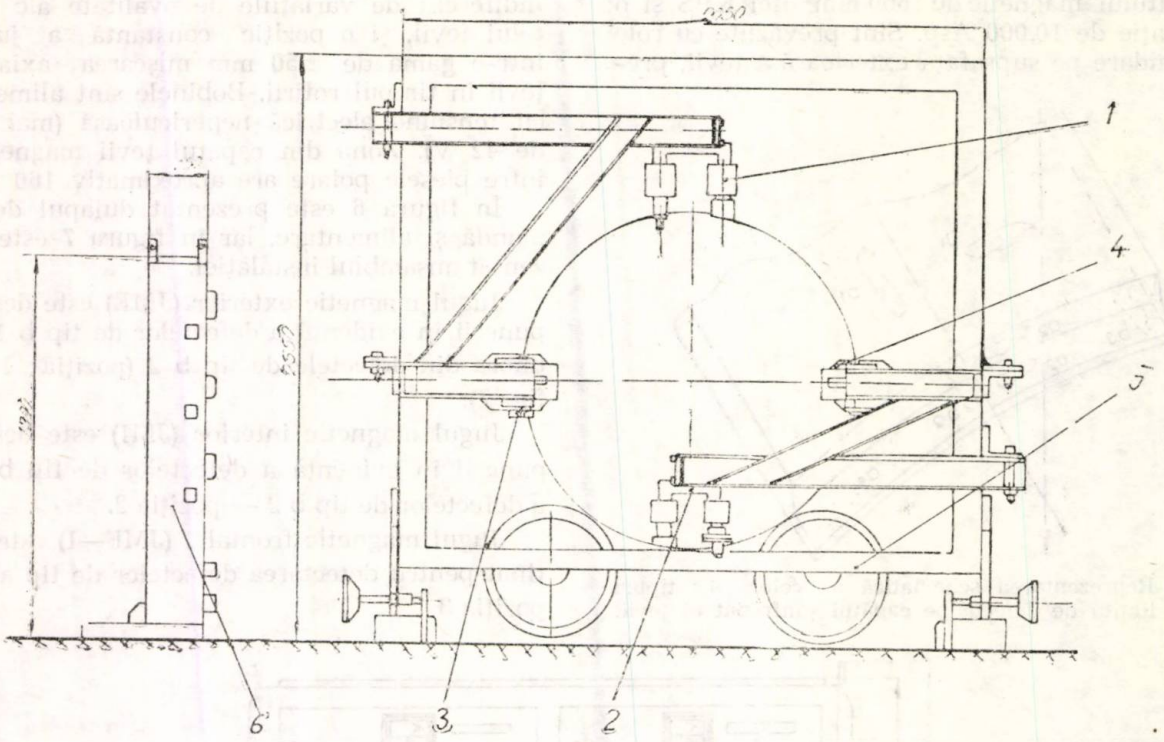


Fig. 7 Instalația de control magnetic cu pulberi pentru controlul țevilor sudate longitudinal cu diametrul exterior de 1420 mm — ansamblu.

Cele 4 juguri sînt susținute de un suport mecanic prevăzut cu cele de rulare — poziția 5, și alimentate de la dulapul de comandă și alimentare — poziția 6.

Concluzii

Defectoscopia magnetică este una din metodele de control cel mai frecvent utilizată, atît ca metodă singulară de control, atunci cînd se impune detectarea numai a defectelor de suprafață sau din apropierea ei, cît și ca metodă complementară de control, făcînd parte dintr-un complex de metode, care are ca obiectiv detectarea tuturor defectelor piesei.

Preocupările I.C.P.E. în acest domeniu continuă, fiind în curs de concepere o instalație bazată pe măsurarea directă a cîmpului magnetic de scăpări.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Betz, C.E.:* Principels of Magnetic Particle Testing. Magnaflux Corporation, Chicago, Illinois, 1967.

[2] *Timotin, Al. și col.:* Lecții de bazele electrotehnicii. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1970.

[3] *Shiraiwa, T. și col.:* An automatic magnetic inspection method using magnetoresistive element and is application. Materials Evaluation, nr. 5/1973, p. 90—96.

[4] x x x: Magnetic Particle Inspection Fundamentals. Materials Evaluation, nr. 12/1977, p. 42—47.

[5] x x x: Magnetic Particle Inspection Fundamentals. Materials Evaluation, nr. 2/1978, p. 24—28.

CZ : 620.179.14

Structuroscopie magnetică prin spectrul proceselor de magnetizare

Fiz. Ludovic VARGA — Institutul de Sudură și Încercări de Materiale Timișoara

Introducere

Proprietățile fizice măsurabile prin metode magnetice se corelează cu caracteristicile de material prin structura materialului. În limbajul metalografic, proprietățile determinate de compoziția chimică și de compoziția fizică (deci de structura cu ordine de scurtă distanță) sînt denumite „insensibile" structural : magnetiza-

rea de saturație M_s, constanta de magnetostricțiune λ_s, constanta de anizotropie magnetocristalină K, iar prin proprietăți sensibile structural înțelegem proprietățile fizice care depind de granulație și de diferite eterogenități (remanență magnetică M_r, forța coercitivă H_c, permeabilitatea inițială μ_i, constanta lui Rayleigh α, pierderile prin histereză etc.).

În practică, însă, nu se poate face o diferențiere netă între proprietățile sensibile și insensibile la structură. Neomogenitățile, sub formă de defecte, tensiuni remanente, etc., influențează și proprietățile care sînt determinate în primul rînd de compoziția chimică și fazică.

Datorită corelației complexe între parametrii magnetici și caracteristicile de material, pentru studiul unei anumite corelații trebuie să se mențină pe cît posibil constante celelalte caracteristici. Corelații general valabile nu sînt de așteptat și în fiecare caz aparte trebuie ridicate noi curbe de etalonare. Acest inconvenient se regăsește la toate metodele fizice aplicate în structuroscopie.

Parametrii magnetici sensibili structural sînt toți corelați cu curba de histereză magnetică. În practica generală a testărilor magnetice, se folosește un punct caracteristic al curbei de histereză, de exemplu, intersecțiile cu axele (M_r respectiv H_c), panta inițială a curbei de magnetizare (μ_i) etc., pentru măsurarea cărora există aparate speciale. Dintre aparatele mai cunoscute amintim aparatele construite de firmele Förster și Fischer din R.F.G.

Față de acești parametri legați de cîte un punct al curbei de histereză, în lucrarea de față propunem utilizarea întregii curbe de magnetizare în scopul încercării de materiale. „Spectrele" magnetice derivate din curba de magnetizare oferă șansa unei mai bune diferențieri a pieselor avînd proprietăți magnetice apropiate și care se pot greu deosebi pe baza numai a unui anumit parametru magnetic.

Bazele teoretice

Descrierea fenomenologică a curbei de magnetizare. Bazîndu-se pe o descriere fenomenologică a procesului de magnetizare, Preisach a dat o metodă de calcul a curbei de histereză încă în 1935 [1]. Magnetizarea se calculează prin integrarea unei funcții de două variabile $P(h, h')$, reprezentînd o funcție de densitate de probabilitate a buclelor de histereză elementare, iar cele două variabile sînt cele două cîmpuri magnetice care limitează o buclă elementară :

$$\Delta M = \int_{H_1}^{H_2} dH \int_{H_1}^{H} dH' P(H, H') \qquad (1)$$

În acest mod variația magnetizării apare ca o sumă ponderată a salturilor elementare (salturi Barkhausen) — care generează zgomotul feromagnetic. Prin definiție $H_1 < H_2$ și $P_{(H,H')} = 0$ cînd $H > H_{saturație}$.

Modelul lui Preisach continuă să fie folosit și în prezent, [2, 3], de aceea ne-am propus să-l redactăm într-o formă simplificată, aplicabilă în testări magnetice.

Pornind de la asemănarea ce există între o curbă logistică și una de saturație magnetică, aplicăm o tratare matematică similară cu cea folosită în cazul altor procese de saturație (reacții chimice, procese demografice etc.). Pentru simplitate, presupunem un material cu anizotropie uniaxială. Probabilitatea de variație a magnetizării la aplicarea unui cîmp extern va fi proporțională cu produsul $m^+ \cdot m^-$, unde m^+ reprezintă fracțiunea stărilor „noi" în care se orientează momentele magnetice la aplicarea cîmpului și m^- fracțiunea stărilor „vechi" orientate în sens opus cîmpului. Magnetizarea normată $m = \frac{M}{M_s}$ va fi dată de $m^+ - m^-$, iar $m^+ + m^- = 1$, în cazul acestui model simplu cu două stări. Din aceste două relații găsim produsul $m^+ \cdot m^- = \frac{1 - m^2}{4}$.

Schimbarea magnetizării mai depinde, în afară de numărul stărilor de magnetizare, și de „predispoziția" momentelor de a-și schimba starea lor, sub acțiunea cîmpului extern H, motiv pentru care introducem funcția coercitivă $f_{(h)}$ reprezentînd probabilitatea de comutare a magnetizării în direcția paralelă cu cîmpul aplicat. În mod similar, $f_{(-h')}$ va reprezenta probabilitatea de comutare a magnetizării în sens antiparalel la un cîmp $h' < h$. Numărul buclelor de histereză elementare în intervalul de cîmp Δh va fi proporțional cu produsul $f_{(h)} \cdot f_{(-h')}$ unde h și h' limitează buclele elementare rectangulare.

Prin urmare funcția Preisach, în acest model simplu, va fi de forma :

$$P(h, h') = (1 - m^2) f_{(h)} \cdot f_{(-h')} \qquad (2)$$

În această formă funcția Preisach depinde de valoarea actuală a magnetizării, exprimîndu-se prin aceasta caracterul de nelinearitate intrinsecă a curbei de magnetizare ; totodată funcția de două variabile este redusă la o expresie biliniară a unei funcții de o singură variabilă.

Panta curbei de magnetizare (susceptibilitatea diferențială) se obține din ecuațiile (1) și (2) sub forma :

$$X = \frac{dm(h)}{dh} = (1 - m^2) f_{(h)} \int_{h_0}^{h} dh' \cdot f_{(-h')} \qquad (3)$$

Curba de magnetizare $m_{(h)}$ se poate obține prin integrarea numerică din aproape în aproape a expresiei (3), presupunînd, din considerente teoretice, o formă analitică pentru funcție $f_{(h)}$.

În practica controlului magnetic, însă, avem de rezolvat problema inversă : să extragem funcția $f_{(h)}$ din curba de magnetizare experimentală $m_{(h)}$.

În acest scop împărțim intervalul $-H_s$, $+H_s$ în $2n+1$ părți egale de lungimea „a" și calculăm valorile :

$$A_i = \frac{dm_i/dh}{1-m_i^2} \tag{4}$$

pentru o ramură a curbei de histereză.

Din (3) și (4) obținem un sistem de ecuații algebrice bilineare :

(5)

$$\frac{A_i}{a} = f_i(f_{-n} + f_{-n+1} + \cdots + f_{-i-1} + f_{-i})$$

unde $i = -n, -n+1, \ldots, n-1, n$

Sistemul de ecuații (5) se rezolvă cu condiția naturală că funcția f nu poate fi negativă.

În practica experimentală, de multe ori, în loc de curba de histereză se ridică curba de magnetizare prin metoda balistică. La fiecare inversare a cîmpului (a curentului) de magnetizare are loc o remagnetizare totală a probei și valorile M măsurate reprezintă vîrful unei asemenea curbe particulare de histerezis. Curba de comutare astfel obținută reprezintă amplitudinile acestor bucle de histerezis. Pentru determinarea curbei de comutare introducem o funcție Preisach și mai mult simplificată :

$$P(h) = (1-m^2)\, f_{(h)} \tag{2'}$$

În mod corespunzător se simplifică și formulele (3) și (5), obținînd

$$X = (1-m^2)\int_0^h dh' \cdot f(h') \tag{3'}$$

și

$$\frac{A_i}{a} = f_0 + f_1 + \ldots + f_i \tag{5'}$$

unde

$$i = 0, 1, \ldots, n$$

Funcția $f_{(h)}$ astfel determinată reprezintă un „spectru de magnetizare", o curbă cu maxime și minime, foarte sensibilă la micile variații ale curbei de magnetizare, care sînt greu de observat prin măsurări uzuale de curbă de comutație.

Tehnica experimentală

Pentru ridicarea curbei de magnetizare prin comutare s-a folosit aparatul magnetoinductiv „austenitoscop", reprezentat schematic în figura 1 și descris în lucrările [4, 5].

Proba de măsurat se aplică între piesele polare ale unui electromagnet. Fălcile sînt deplasabile în direcția verticală, respectiv orizontală, și se fixează în funcție de geometria probei. Curentul continuu de magnetizare se obține de la un transformator prin redresarea tensiunii din secundar. Pentru determinarea unui punct de pe curba de magnetizare, se schimbă sensul curentului în bobina de magnetizare cu ajutorul unui inversor de polaritate K_2. Variația de flux creată prin aceasta este sesizată cu bobina sondă, semnalul de impuls captat fiind integrat și măsurat cu un milivoltmetru.

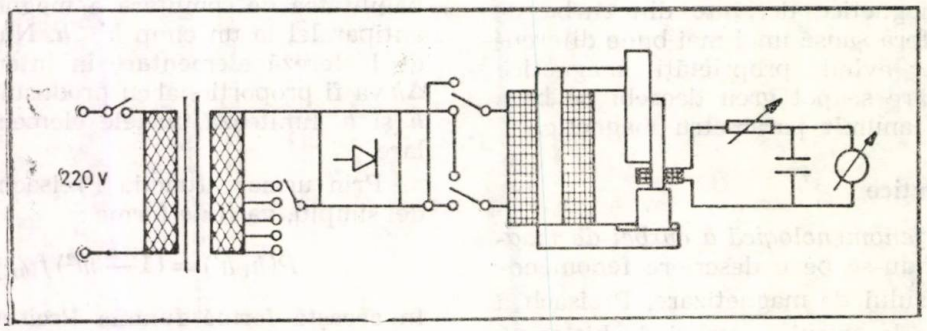


Fig. 1 Schema aparatului austenitoscop.

Rezultatele experimentale

Presupunînd un spectru de magnetizare, o formă numerică pentru funcția $f_{(h)}$, se poate calcula curba de magnetizare prin integrarea numerică a expresiei (3') :

$$m_i = m_{i-1} + (1-m_i^2)(f_i + f_{i-1})\Delta h^2$$

Pentru a ușura calculele, s-a dat funcția $f_{(h)}$ numai în 10 puncte; curba de comutare astfel obținută este reprezentată în figura 2. Se

observă că metoda de calcul propusă este în măsură să redea o curbă de magnetizare monotonă.

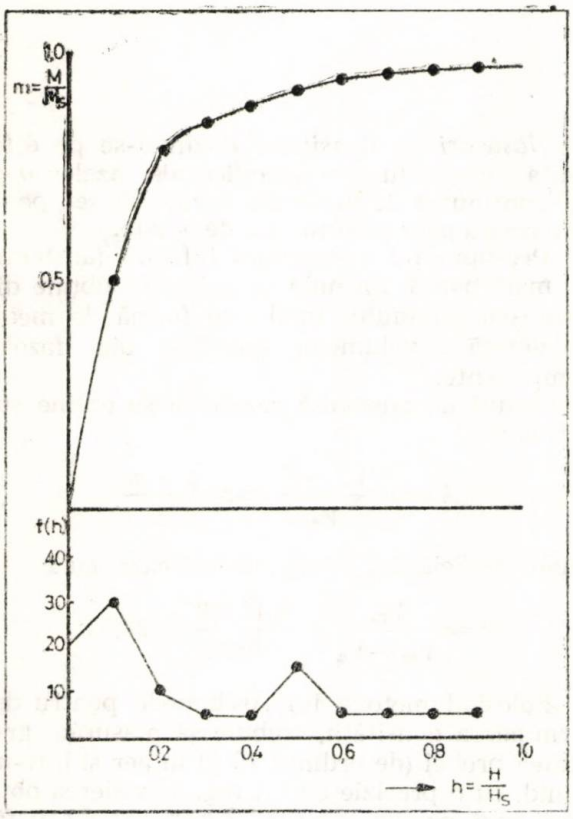


Fig. 2 Curba teoretică a magnetizării, folosind o funcție $f(h)$ arbitrară.

În figura 3 se dă un exemplu de rezolvare a problemei inverse, derivarea funcției $f_{(h)}$ din curba $m_{(h)}$ experimentală. În acest scop curba experimentală, reprezentată în coordonate normale, a fost divizată în 10 intervale egale pe axa h. Cu ajutorul formulei (4) s-au calculat valorile A_i, iar prin derivarea numerică a curbei $A_i(h_i)$ s-au obținut valorile $f_i(h_i)$ Curba „a" corespunde la o probă din oțel RUL 1 în stare recoaptă, iar curba „b" — în stare călită. În urma călirii, se diminuează și se lărgește primul pic al cubei $f_{(h)}$, care se poate pune în corelație cu magnetizarea prin deplasări de pereți de domenii de magnetizare. Picul al doilea de la cîmpuri intense, corespunde magnetizării prin rotirea momentului magnetic din direcția anizotropiei locale în direcția cîmpului magnetic.

Concluzii

Metoda propusă reprezentarea sub formă de spectre a proceselor de magnetizare, oferă posibilități noi în încercarea materialelor feromagnetice. Picurile funcției coercitive $f_{(h)}$ se modifică sensibil la micile variații ale curbei de magnetizare, care se pot sesiza foarte greu pe baza unui anumit parametru magnetic, sensibil structural.

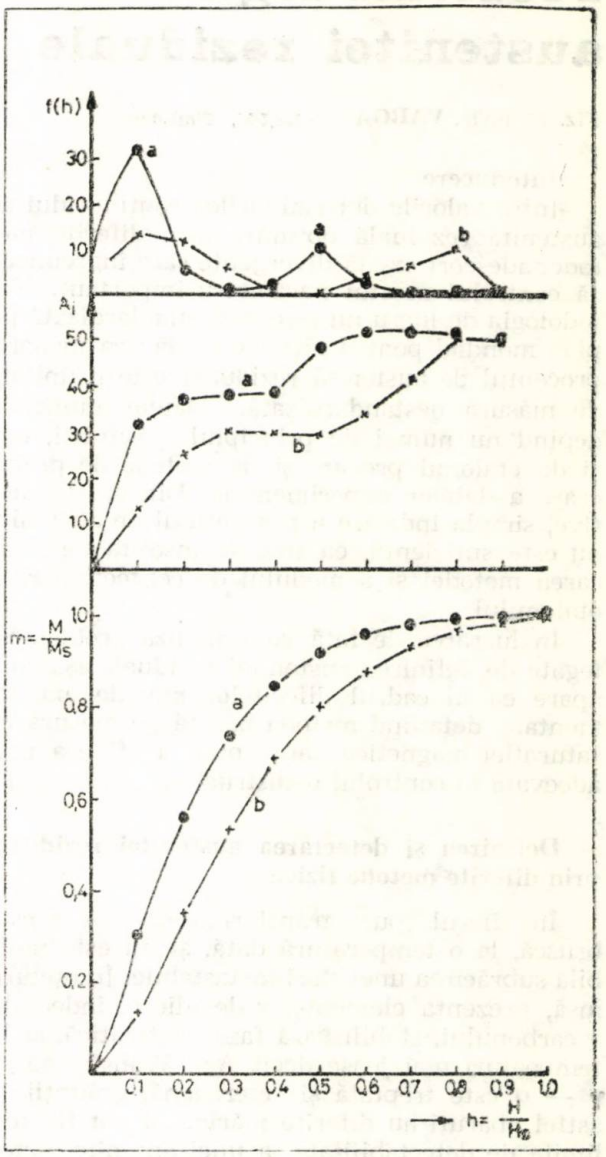


Fig. 3 Curbele experimentale de magnetizare pe proba revenită (a) și călită (b) și funcțiile $f(h)$ derivate din ele.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Kneller, E.:* „Ferromagnetismus" Springer, 1962.

[2] *Del Vecchio, R.M.:* IEEE Trans. Magn. MAG—16, (1980), p. 809.

[3] *Mayergoyz, I.D.:* IEEE Trans. Magn. MAG—22, (1986), p. 603.

[4] *Varga, L.:* „Metodă și aparat magnetic pentru măsurarea conținutului de austenită reziduală" Construcția de mașini 30, 7, (1978), p. 8.

[5] *Varga, L.:* „Aparat magnetic nedistructiv pentru determinarea conținutului de austenită reziduală" Brevet, R.S. România nr. 66189 (1977).

CZ : 620.170.14

Probleme legate de definirea și determinarea austenitei reziduale

Fiz. Ludovic, VARGA — I.S.I.M. Timișoara

Intoducere

Între valorile determinărilor conținutului de austenită reziduală obținute prin diferite metode, adeseori există divergențe care îngreunează controlul acestui parametru important. Metodologia de lucru nu este încă standardizată pe plan mondial pentru nici o metodă ; ca urmare, procentul de austenită reziduală este o unitate de măsură nestandardizată. Datele numerice depind nu numai de principiul măsurării, dar și de etalonul precum și de metoda de prelucrare a datelor experimentale. Din aceste motive, simpla indicare a procentului de austenită nu este suficientă, ea trebuie însoțită de indicarea metodei și a modului de confecționare a etalonului.

În lucrarea de față vom analiza problemele legate de definirea austenitei reziduale așa cum apare ea în cadrul diferitelor metode experimentale, detailînd metoda bazată pe măsurarea saturației magnetice care pare a fi cea mai adecvată în controlul nedistructiv.

Definirea și detectarea austenitei reziduale prin diferite metode fizice

În fierul pur transformarea $\gamma \rightarrow \alpha$ este bruscă, la o temperatură dată, și nu este posibilă subrăcirea unei stări metastabile. În oțeluri, însă, prezența elementelor de aliere, îndeosebi a carbonului, stabilizează faza austenitică, și la tempeaturi mai joase decît Ar_3. Transformarea $\gamma \rightarrow \alpha$ este treptată și eterogenă, grăunții α astfel apăruți au diferite mărimi și pot fi sub limita de detectabilitate a unei anumite metode de determinare.

Pentru determinarea de faze, se folosesc proprietăți fizice insensibile structural, adică acelea care nu depind de mărimea și distribuția grăunților, ci de ordinea de scurtă distanță : felul și numărul atomilor din sferele de coordonație din imediata apropiere a unui atom dat.

În cazul transformării $\gamma \rightarrow \alpha$, schimbarea de fază se manifestă în modificarea distanțelor interatomice și, în strînsă corelație cu aceasta, numărul primilor atomi vecini. Prin aceasta variază volumul per atom, respectiv volumul specific. În cazul fierului $V_\alpha > V_\gamma$ și diferența $V_\alpha - V_\gamma \simeq 0{,}0054$ cm^3/g rămîne cu bună aproximație constantă, cînd conținutul de carbon variază între 0 și 1,4% [1].

Măsurări de densitate. Bazîndu-se pe diferența între volumele specifice ale fazelor α și γ, conținutul de austenită reziduală se poate determina prin măsurări de densitate.

Presupunînd o structură bifazică (austenită + martensită), formula de calcul se obține din expresia volumului total sub formă de medie ponderată a volumelor specifice ale fazelor componente.

Procentul de austenită reziduală se obține sub forma :

$$A = r \cdot \frac{V_e - V}{V_e} = r \cdot \frac{\varphi - \varphi_e}{\varphi}, \qquad (1)$$

unde coeficientul r se aproximează cu :

$$r = \frac{V_m}{V_m - V_a} = \frac{0{,}12708}{0{,}0054} = 23{,}53$$

Folosind metoda lui Archimede pentru determinarea densității, trebuie să măsurăm greutatea probei (de ordinul 10 g) în aer și într-un lichid, cu o precizie de 0,1 mg, în vederea obținerii unei precizii relative $\delta A/A = 5\%$, satisfăcătoare în condiții uzinale.

Față de erorile de măsurare a densității, mai apare o incertitudine în determinarea lui A, din cauza valorii teoretice nu prea sigure a lui r. Ca etalon, se folosește o probă revenită care conține numai martensită cubică ($V_e \simeq V_m$), iar V_m se aproximează cu volumul specific al fierului α, $V_\alpha = 0{,}12708$ cm^3/g.

Măsurări dilatometrice. Coeficientul de dilatare termică al unui amestec de faze se poate exprima ca o medie ponderată a coeficienților fazelor componente. De aici, rezultă formula de calcul pentru volumul relativ al austenitei reziduale :

$$A = r \cdot \frac{\alpha - \alpha_e}{\alpha_e}, \qquad (2)$$

unde coeficientul r se aproximează cu :

$$r = \frac{\alpha_m}{\alpha_a - \alpha_m} = 1{,}37$$

adoptînd pentru raportul α_a/α_m valoarea de 1,73 [2].

Din nou apare incertitudinea legată de factorul r, iar pentru obținerea unei precizii de $\delta A/A = 5\%$, trebuie să măsurăm lungimea probei cu o precizie de 10^{-6}.

Măsurări difractometrice cu raze X. Metoda difracției prin raze X se bazează pe diferența de simetrie a structurilor cristalografice atașate la fazele α respectiv γ. Liniile fazei α se indexează cu o structură cub cu volum centrat (c.v.c), dar liniile fazei γ pot fi atașate atît la o structură cub cu fețe centrate (c.f.c.) avînd lungimea muchiei $a = 3{,}5586$ Å, cît și la o structură tetragonală cu volum centrat (t.v.c), avînd parametrii celulei elementare : 0,707 a, 0707 a și a. Pornind de la această constatare, mulți consideră [1, 3] că austenita are o structură t.v.c. La călire, tetragonalitatea se păstrează cu un grad variabil din loc în loc, depinzînd de distribuția carbonului care frînează transformarea $\gamma \rightarrow \alpha$, fără să fie cauza esențială a tetragonalității.

Cu toată această dilemă privind structura austenitei, liniile ei difractometrice se diferențiază net de liniile feritei. Mărimea grăuntelui, însă, determină detectabilitatea unei faze date, sub 0,1 μm linia de difracție fiind așa de lărgită, că se pierde în zgomotul de fond.

Presupunînd că intensitatea liniei este proporțională cu proporția fazei respective : $I_\alpha = R_\alpha \cdot M$ și $I_\gamma = R_\gamma \cdot A$ unde, considerînd o structură bifazică, $M + A = 1$; pentru evaluări cantitative se obține formula :

$$A = \frac{1}{1 + \frac{I_\alpha}{I_\gamma} \cdot r} \qquad (3)$$

Din nou apare incertitudinea legată de coeficientul $r = \frac{R_\gamma}{R_\alpha}$, care se determină teoretic pentru fiecare pereche de linii folosite. De exemplu pentru radiația Cr și pentru liniile $(220)_\gamma$ (la $2\theta = 128^0$) și $(200)_\alpha$ (la $2\theta = 106^0$), obținem o valoare teoretică $r = 2{,}40$.

Experimental se constată că r variază între 2,55 și 2,20 pentru diferite oțeluri, de aceea determinări mai precise decît $\pm 1\%$ austenită reziduală se pot aștepta numai atunci dacă r se determină printr-o metodă de autocalibrare [2] pentru fiecare oțel în parte.

Măsurări de saturație magnetică. Metoda magnetică se bazează pe faptul că austenita este o fază nemagnetizată pe cînd martensita este magnetică, magnetizarea ei depinzînd de compoziția chimică de moment a fazei.

Adoptînd din nou o structură bifazică, rezultă cea mai simplă formulă de calcul din cele prezentate pînă acum :

$$A = \frac{M_e^{sat} - M^{sat}}{M_e^{sat}} \qquad (4)$$

lipsită de coeficient teoretic.

Desigur, și de această dată se presupune, implicit, că martensita din probă are aceeași saturație magnetică ca și martensita din proba etalon.

Trebuie să remarcăm faptul că, deja, o variație foarte mică a distanței interatomice modifică semnul integralei de schimb, care este responsabilă de starea feromagnetică la nivelul electronilor. Din punct de vedere magnetic, esențială este variația distanței interatomice, care are loc la transformarea $\gamma \rightarrow \alpha$. Dat fiind că această transformare este eterogenă și treptată, pot exista zone feromagnetice în probă, care nu pot fi sesizate încă printr-o altă metodă, de exemplu prin raze X. Proprietățile feromagnetice se manifestă deja de la o mărime a grăuntelui de ordinul 0,01 μm, pe cînd la intensitatea de linie de difracție contribuie numai dacă a depășit 0,1 μm.

Din aceste motive nu putem aștepta o suprapunere perfectă a determinărilor făcute prin diferite metode, chiar dacă neglijăm cantitatea carburilor.

Tratamentele termice folosite pentru diferențierea probelor în conținutul de austenită reziduală

Tabelul 1

Variante Marcaj	Călire			Revenire			Revenire suplimentară	Indicele de austenită (%)
	Temp. austen.	Timp men. (min.)	Mediu răcire	Temp. austen.	Timp men. (min.)	Mediul răcire		
1	850	35	ulei 70	170	120	aer	240/10 h	0
2	850	35	ulei 70	170	120	aer	210/4 h	9,5
3	850	35	ulei 70	170	120	aer	200°C/2 h	13,5
4	850	35	ulei 70	170	120	aer	—	17,5
5	860	45	ulei 70	170	120	aer	—	21
6	880	45	ulei 70	170	120	aer	—	25
7	890	45	ulei 70	170	120	aer	—	31
8	910	60	ulei 70	170	120	aer	—	31
9	960	60	ulei 70	170	120	aer	—	41

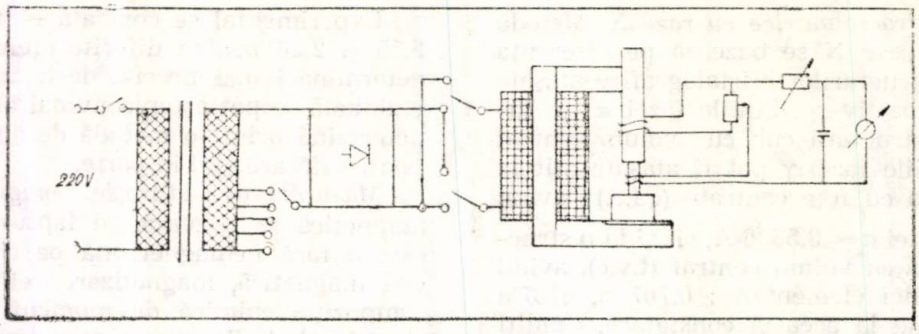


Fig. 1 Montaj electric pentru măsurarea magnetizării $M=B—H$.

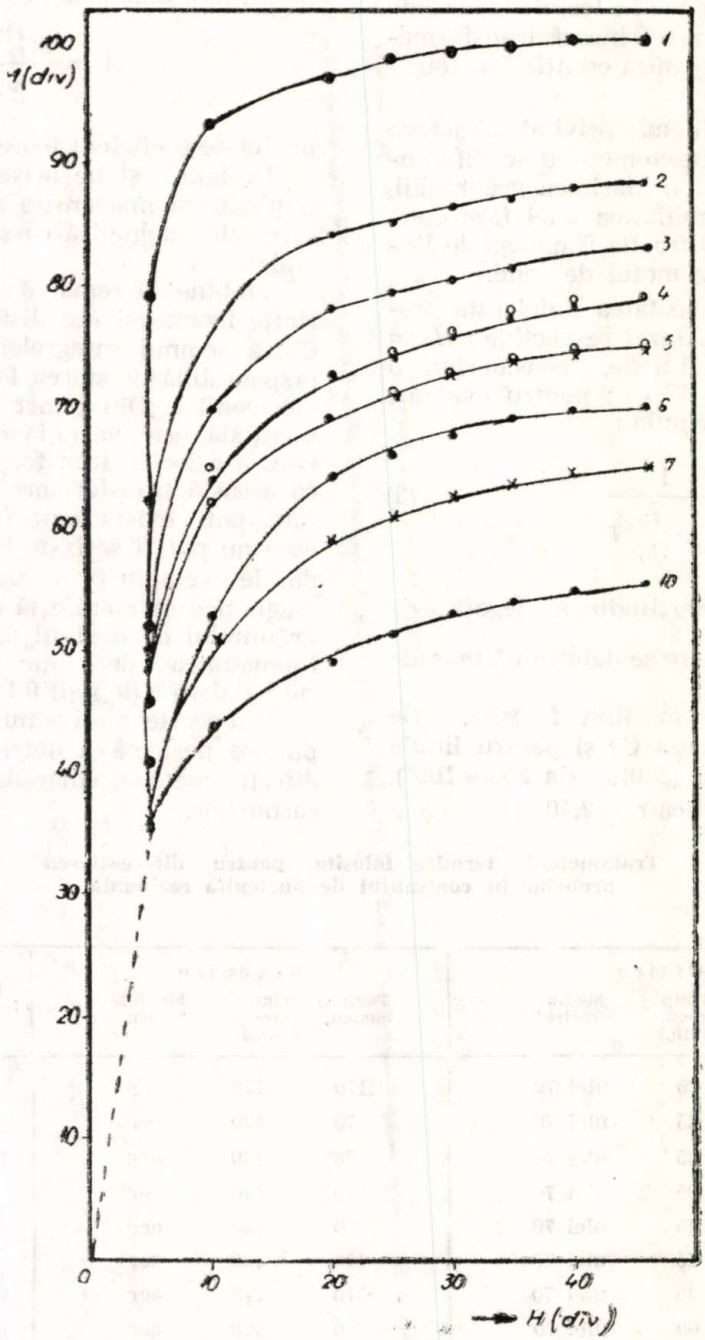


Fig. 2 Curbele de magnetizare (de comutare) a probelor din tabelul 1.

Indicele de austenită reziduală

Avînd în vedere că în prezent nu există nici-o metodă sigură penru definirea, detectarea și măsurarea cantitativă a conținutului de austenită reziduală, este necesară o convenție, o reglementare prin standard.

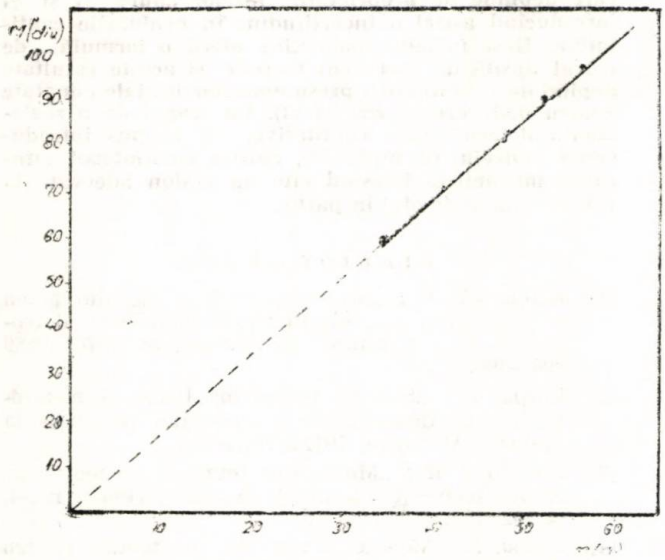


Fig. 3 Corelația între masa probei și saturația magnetică.

unde M_e^{sat} este magnetizarea de saturație a etalonului.

Ca etalon propunem să se adopte o probă din care s-a eliminat austenita reziduală, printr-un tratament de revenire adecvat, fără să se schimbe mult structura martensitei. În acest scop, se va urmări transformarea austenitei reziduale în decursul revenirii, prin măsurări de saturație magnetică, terminînd tratamentul cînd magnetizarea se stabilizează la o valoare maximă.

Etalonul trebuie experimentat pentru fiecare marcă de oțel în parte. De exemplu, pentru oțelul RUL 1 etalonul se confecționează printr-o revenire la 240°C timp de 10 h.

Rezultate experimentale

În vederea implementării noțiunii de indice de austenită, reziduală, s-au confecționat probe din RUL 1 sub formă cilindrică avînd diametrul de 21 mm și înălțimea de 14 mm, care au fost diferențiate în conținutul de austenită reziduală prin 10 variante de tratamente termice cuprinse în tabelul 1. În ultima coloană a tabelului sînt notate valorile indicelui de austenită determinate cu formula (5).

Pentru determinarea magnetizării, s-a folosit aparatul austenitoscop [4], cu o mică modificare

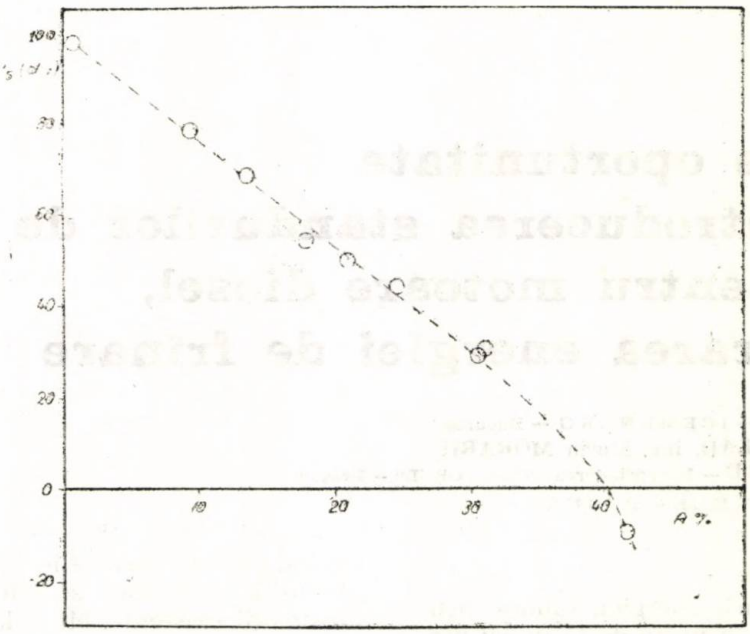


Fig. 4 Corelația între indicele de austenită și tensiunea termoelectrică.

În acest sens, propunem introducerea indicelu de austenită IA, definit cu ajutorul saturației magnetice prin formula :

$$IA = \frac{M_e^{sat} - M^{sat}}{M_e^{sat}} \cdot 100 \qquad (5)$$

care a permis măsurarea lui M în locul inducției B. În acest scop, s-a înfășurat o bobină suplimentară pe miezul electromagnetului, care s-a legat potențiometric în serie și în opoziție cu bobina sondă (fig. 1). Cu ajutorul potențiometrului se compensează semnalul bobinei goale

și prin aceasta se scade cîmpul de magnetizare din inducția magnetică : $M^{sat} = B - \mu_0 H$.

Înainte de determinarea indicelui de austenită, s-au ridicat curbele de magnetizare pentru a verifica dacă și probele călite pot fi saturate magnetic cu aparatul existent (fig. 2). Reglînd indicația etalonului la 100 de diviziuni indicele de austenită, exprimată în procente, se pot obține prin simpla scădere a magnetizărilor de saturație.

Pentru a verifica dacă aparatul măsoară într-adevăr saturația magnetică, s-au măsurat cîteva probe cilindrice avînd același diametru exterior și care se deosebesc prin numărul găurilor date paralel cu axa cilindrului. Găurile sînt echivalente cu faza nemagnetică (adică austenită reziduală). S-a constatat o corelație lineară între masa probelor și indicațiile aparatului (fig. 3).

Indicele de austenită astfel determinată poate fi folosit pentru a-l corela cu datele altor metode sensibile la variația compoziției fazice. De exemplu, în figura 4 se prezintă corelația tensiunii termoelectrice măsurată cu aparatul Termotest [5] cu rezultatele magnetice. Remarcăm, însă, că trebuie îndepărtat un strat superficial destul de gros, de ordinul 0,5 mm, pentru ca măsurarea tensiunii termoelectrice pe suprafața probei să fie semnificativă pentru întreaga probă și astfel comparabilă cu o metodă volumică, așa cum este măsurarea magnetică.

Concluzii

Metodele densitometrice dilatometrice și difractometrice, aplicabile pentru determinarea conținutului de austenită reziduală, conțin un factor teoretic r care depinde de proprietățile fazelor „pure" α și γ, introducînd astfel o incertitudine în evaluările cantitative. Deși metoda magnetică oferă o formulă de calcul lipsită de coeficient teoretic, și aceste rezultate depind de valabilitatea presupunerilor inițiale adoptate pentru deducerea formulei (4). Cu scopul de a reglementa determinările cantitative, s-a propus introducerea indicelui de austenită, definit cu ajutorul saturației magnetice, folosind cîte un etalon adecvat la fiecare marcă de oțel în parte.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Wanyorek, C.* : „Structura t.v.c. a fierului gama și precizarea succesiunii transformărilor : alotropică și de precipitare" Metalurgia, 28 (1976) nr. 9 490—496.

[2] *Varga, L.* : „Studiul metodelor fizice și metalografice de determinare a austenitei reziduale la oțeluri", Memoriul ISIM, 78 (1971).

[3] *Lindgren, R.* : „Measuring retained austenite by X-ray techniques" Metal Progress, (1965), nr. 4, p. 102—104.

[4] *Varga, L.* : Metode și aparate magnetice pentru determinarea conținutului de austenită reziduală", Construcția de Mașini, 30, (1978), nr. 9.

[5] *Varga, L., Bencze, L.* : Aparat Termotest, Brevet R.S.R. 83276/1982.

CZ : 621.620.1 : 621.436

Criterii de oportunitate privind introducerea standurilor de încercare și rodaj pentru motoare diesel, cu recuperarea energiei de frînare

Ing. Alexandru **FORJE** — ICEMENERG — București
Ing. Mircea Florentin **VLAD**, ing. Maria **MORARIU**,
ing. Doina Virginica **VLAD** — Întreprinderea „TRACTORUL" — Brașov
Ing. Dumitru **MANEA** — MEE — DTSNRE

Introducere

Problema recuperării energiei, rămase neutilizate în timpul sau în urma desfășurării proceselor industriale, constituie, alături de problemele economisirii energiei și optimizării consumurilor energetice, una din componentele de bază ale etapei actuale și de perspectivă în domeniul energetic.

În lucrarea de față se prezintă soluții aplicabile pentru recuperarea energiei disipate prin frînarea care se aplică în mod voit la rodajul și încercarea de serie a motoarelor diesel avînd puteri cuprinse în intervalul 26—100 CP. Soluțiile prezentate se referă atît la metode și instalații existente, cît și la metode și instalații noi, neaplicate încă în producția de serie, în țară.

Se prezintă de asemenea datele de intrare necesare pentru alegerea soluției și pentru proiectarea standurilor.

Pe baza rezultatelor măsurărilor, se determină, nivelul puterii recuperabile, prezentîndu-se în continuare criteriile care trebuie să stea la baza alegerii soluției. Se efectuează, pe

baza criteriilor enunțate, comparația între diferite soluții, determinîndu-se variante prioritare.

Stadiul actual și direcțiile de viitor ale metodelor și instalațiilor de rodaj și încercare

În prezent se folosesc instalații care au în componența lor frîne hidraulice cu rotor exterior. Ca agent de lucru hidraulic se folosește apa, care alimentează frînele în circuit deschis. Evacuarea apei se face la presiunea atmosferică, în niște chiuvete deschise. Temperatura apei după ieșirea din capul frînei este de 25°C—30°C, deși în capul frînei ajunge la 50°C—60°C. Recuperarea ce s-ar putea realiza prin utilizazarea temperaturii de la ieșire conduce la un randament global scăzut. Frînele amintite nu sînt introduse în sistem automat de reglare. Ele nu asigură decît posibilitatea încercării motorului în regim de cuplu constant. Instalațiile de mai sus prezintă de asemenea, dezavantajul că la pornire (pornire ce se execută prin intermediul unui motor asincron trifazat), motorul diesel este „forțat" la cuplu de pornire mare al motorului asincron, ceea ce provoacă gripaje și uzuri inițiale inadmisibile. Totodată, cuplajul cu discuri de fricțiune, acționat pneumatic între motorul asincron și motorul diesel, este un consumator important de aer comprimat, introducînd — de asemenea — erori în procesul de măsurare.

Se mai utilizează, pe scară redusă, în afara producției de serie, variante de instalații care permit recuperarea energiei de frînare, dotate cu mașini de curent continuu folosite în regim de frînare recuperativă. Alimentarea frînei astfel realizate se face prin intermediul unui grup Ward-Leonard care utilizează reacțiile de turație și de curent. Energia electrică generată pe această cale alimentează un grup de rezistențe utilizate pentru încălzirea apei menajere.

Tot pentru încercarea unor prototipuri, se mai utilizează frîne cu curenți turbionari, a căror răcire se face cu apă, în circuit închis, instalația fiind dotată și cu un schimbător de căldură, folosit pentru încălzirea apei menajere.

Opțiunile pentru asimilările viitoare se îndreaptă spre înlocuirea standurilor actuale cu standuri cu recuperare, urmărindu-se totodată și creșterea productivității muncii, prin automatizarea procesului, dar și mărirea domeniului și a preciziei de măsurare. Aceste opțiuni sînt îndreptate pe următoarele direcții principale ale concepției, proiectării și execuției sistemelor de încercare cu recuperarea energiei de frînare :

— perfecționarea instalațiilor dotate cu frîne hidraulice, prin introducerea frînei hidraulice în sistem de reglare automată (frînă hidraulică reglabilă SFHR) ;

— dotarea standurilor cu frîne electromagnetice cu inducție, în sistem de reglare automată (frînă cu curenți turbionari — FCT) ;

— utilizarea ca frînă a mașinii electrice asincrone cu rotorul în scurtcircuit, cu una sau mai multe viteze sincrone, în regim de frînare suprasincronă. Cuplarea între frînă și motorul diesel se efectuează prin intermediul unui cuplaj electromagnetic de inducție, al unui cuplaj hidraulic sau de tip turbo (frînă cu mașină asincronă și cuplaj MACCT) ;

— utilizarea ca frînă a generatorului sincron, conectat la rețea prin intermediul unui convertor de frecvență, ori cuplat la motorul diesel prin intermediul unui grup de mașini electrice de curent continuu care îi alimentează excitația. Într-o variantă grupul de mașini de curent continuu poate fi înlocuit prin intermediul unui grup hidraulic format dintr-o pompă și un motor cu debit variabil (frînă cu mașină sincronă acționată mecanic prin grup generator-motor — GSCF) ;

— utilizarea ca frînă a generatorului asincron, cuplat la rețea prin intermediul unui convertor static de frecvență (frînă cu mașină asincronă și convertor static — GACF) ;

— utilizarea ca frînă a generatorului de curent continuu conectat la rețea prin intermediul unui convertor static (GCCS) ;

— utilizarea ca frînă a generatorului de curent continuu cu excitație separată, alimentată de la un grup Ward-Leonard cu mașină asincronă trifazată (GCWLA) ;

— utilizarea ca frînă a generatorului de curent continuu cu excitație alimentată de la un grup Ward-Leonard cu motor sincron (GCWLS) ;

— utilizarea ca frînă a unei pompe hidraulice cu debit variabil, în cazul în care se dorește acumularea energiei hidraulice (PGHA).

Disponibilul de putere recuperabilă

În vederea determinării disponibilului de putere recuperabilă, au fost executate măsurări și înregistrări asupra procesului de rodaj și încercare a motoarelor diesel de 26—100 CP. Măsurările și înregistrările s-au efectuat zilnic, în toate cele trei schimburi de lucru, pe parcursul unei luni cu încărcare medie. Valorile măsurate și înregistrate sînt prezentate în cele ce urmează. S-au avut în vedere :

— numărul de oameni ai muncii necesari, total și repartizat pe schimburi de lucru ;

— desfășurarea în timp a programului de rodaj și încercare ;

— numărul mediu static de întreruperi și durata medie statistică a întreruperilor ;

— numărul de standuri de rodaj și încercare utilizate în fiecare schimb și în fiecare zi ;

— graficul de încărcare în timp, pentru o zi medie de lucru, exprimat în unități procentuale (procente din numărul total de motoare, în timp fig. 1) ;

— programul mediu de încercare, cuprinzînd puterile de funcționare și durata corespunzătoare, pe tipuri de motoare și pe faze de lucru, precum și energia de frînare (recuperabilă) medie, pe tip de motor (tab. 1).

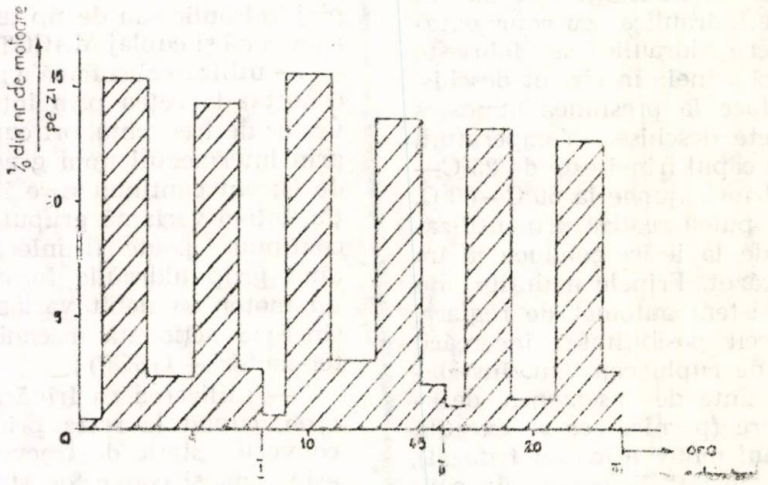


Fig. 1 Graficul de încărcare în timp a atelierului pentru o zi medie de lucru.

Cu ajutorul informațiilor culese, a fost alcătuit graficul prezentat în figura 2, care reprezintă energia recuperabilă (exprimată în kWh) pe parcursul lunii în care au fost efectuate măsurările.

Prin analiza datelor culese în cadrul observării procesului, se pot formula cîteva concluzii importante :

— încărcarea standurilor cu motoare prezintă, într-o bună aproximație, o variație dreptunghiulară, cu maxime și minime pronunțate chiar în cadrul aceluiași schimb. Implicit, puterea recuperabilă (de frînare) va respecta aceeași variație. Valorile între care variază puterea recuperabilă, măsurată pe parcursul unui schimb, sînt de 10,28 kW, respectiv 226 kW. Rezultă de aici necesitatea dotării standurilor cu mijloace speciale, de exemplu cărucioare cu racorduri de tip cuplă rapidă, destinate cuplării și decuplării motoarelor, pentru uniformizarea încărcării atelierului de încercare. Într-o variantă, se pot utiliza standuri de probă cu acționarea din ambele părți, astfel cînd de exemplu se efectuează pregătirea unui motor, celălalt să acționeze frîna ;

— înregistrarea datelor prezentate se referă la o lună cu încărcare medie. Utilizînd întreaga capacitate a atelierului, puterea recupera-

Programul mediu de încercare (putere-timp) și energia de frînare (recuperabilă) medie, pe tip de motor [kWh]

Tabelul 1

TIP DE MOTOR / Turația (rot./min.)	1		2		3		4		5	
	P (kW)	t (min.)	P (kW)	t (min.)	P (kW)	t (min.)	P (kW)	t (min.)	P (kW)	t (min.)
650—700	0	5	0	5	0	5	0	10	0	5
1000	2,94	10	2,21	10	2,94	10	2,94	10	5	10
1400	6,76	10	6,18	10	8,25	10	8,25	10	13	10
1600	8,83	10	9,42	10	12,9	10	12,9	10	36	10
1800	10,74	10	13,3	10	17,2	10	17,2	10	50,5	10
2000	12,5	5	17,7	5	23,6	5	39,7	10	57,8	5
2200	14,4	5	24,3	5	30,8	5	43,5	15	63,6	5
2400	16,18	5	30	5	36,3	5	47	15	65,4	5
Recepția	17,9		29,4		36,8		48,5		72,1	
Energia de frînare medie pe motor	12,48 kWh		17,73 [kWh]		22,8 [kWh]		29,8 [kWh]		53,9 [kWh]	

bilă se ridică la 287,65 kW. În aceste condiții puterea recuperabilă reprezintă circa 5% din necesarul de putere al sectorului în care se află standurile de probă supravegheate.

În legătură cu tipul de caracteristici principale, sînt necesare cîteva explicații suplimentare. În general, trebuie realizate puncte de intersecție ale caracteristicilor frînei (notate

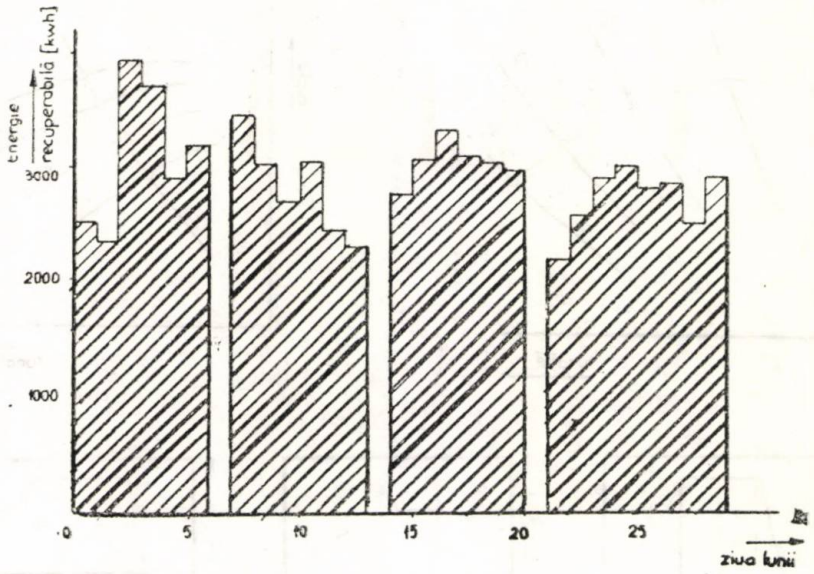


Fig. 2 Evoluția energiei recuperabile (în kWh) pe parcursul unei luni de încercare medie.

Date de proiectare necesare

Oricare ar fi în final soluția constructivă aleasă, este necesară întocmirea unui set de date de intrare, în vederea proiectării, care permite dimensionarea corectă, eficientă a instalațiilor. Se prezintă în continuare acest set de date de intrare (tab. 2).

cu f_f în fig. 3, a) cu caracteristicile motorului (notate cu m_f în fig.3, b).

In vederea testării complete a motoarelor diesel pentru tractor este necesară realizarea unor caracteristici de tip „turație constantă" (fig. 3, c), pentru testarea porțiunii reprezentate în figura 3, d din caracteristica motorului,

Setul de date de intrare necesar pentru proiectare

Tabelul 2

Nr. crt.	Data de intrare	Exemplu
1.	Tipul motorului	diesel
2.	Numărul de cilindri pe motor	4 (patru)
3.	Caracteristicile nominale ale motorului	Cuplu maxim [în Nm] la turația prescrisă [în rot/min] și puterea nominală [în kW] la turația prescrisă [în rot/min]
4.	Tipul regulatorului cu care este dotat motorul	Pentru mers în gol
5.	Sensul de rotație al motorului	Dreapta
6.	Domeniul de utilizare al motorului	Pentru tractor
7.	Graficul de încărcare al motorului	Conform tabelului 1
8.	Timpul de încercare real	120 minute
9.	Numărul mediu statistic de întreruperi	8 (opt)
10.	Durata medie statistică a întreruperilor	30 minute
11.	Tipul de încercare	Testare de rodaj
12.	Numărul total de standuri necesare	23
13.	Graficul de încărcare în timp	Conform figurii 1.
14.	Tipul de caracteristici necesare	La turație constantă și la cuplu constant

precum și a unor caracteristici de tip „cuplu constant" (fig. 3, e) pentru testarea caracteristicii de regulator a motorului (fig. 3, f).

dintre randamentul de funcționare mediu și numărul de motoare din serie care pot fi testate.

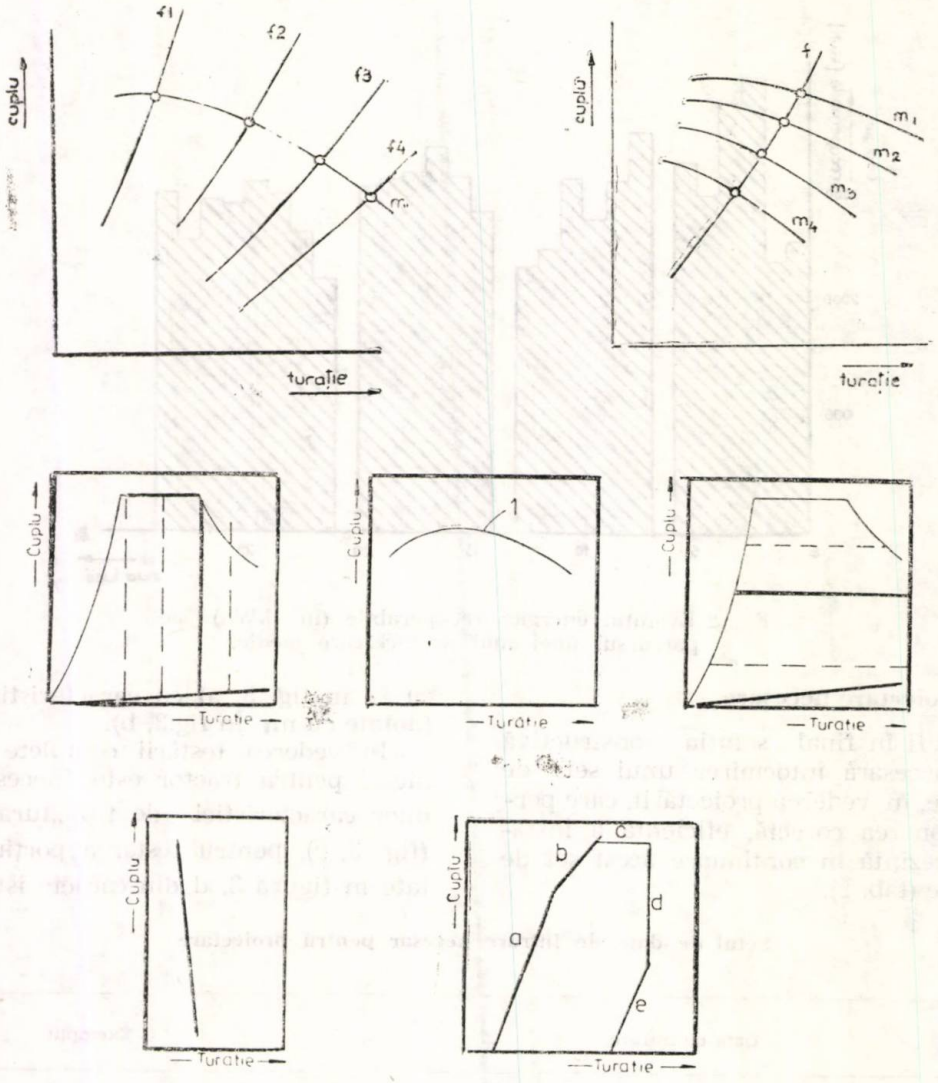


Fig. 3 Principalele caracteristici ale sistemului motor-frînă.

În vederea dimensionării, este necesară prescrierea unui domeniu de putere al frînei, în funcție de motoarele ce urmează a fi testate și de regimul de testare ; limitele domeniului, reprezentat principial în figura 3, g sînt :

a — limita pentru puterea maximă ;
b — limita pentru cuplu maxim ;
c — limita pentru puterea nominală ;
d — limita pentru turația maximă ;
e — limita pentru regimul de funcționare în gol.

În cazul existenței unei serii de motoare care trebuie testate, este necesară suprapunerea domeniilor de putere necesare pentru frînă și, pe această bază, dimensionarea corespunzătoare a frînei, în vederea optimizării raportului

Criterii pentru analiza comparativă a soluțiilor de frînare cu recuperare

Varietatea principială și constructivă a instalațiilor disponibile pentru frînarea cu recuperare face necesară precizarea unor criterii, generale care să stea la baza comparației și estimării performanțe tehnico-economice a sistemului ce urmează a fi ales ca optim. În lucrarea de față se propun drept criterii de comparație următoarele :

1 — gradul de acoperire a seriei de motoare ce urmează a fi testate, cunoscută fiind eficiența unificării utilajelor folosite în producția de serie. În acest sens este necesară efectuarea corespunzătoare a încercărilor, ro-

dajului, reglării și recepției pentru un număr cît mai mare de motoare din serie, la randamente cît mai mari ;

2 — influența pe care frîna o are în stabilirea rezultatelor măsurărilor, în primul rînd influența pe care o are momentul de inerție al frînei ;

3 — numărul manevrelor necesare pentru fixarea unui regim de încercare, care trebuie să fie cît mai simple, reduse ca număr și sigure, corelate cu nivelul de calificare/policalificare al personalului de lucru ; modul în care este posibilă semiautomatizarea sau automatizarea completă, atît în ceea ce privește execuția manevrelor cît și prelucrarea rezultatelor ;

4 — modul în care sistemul asigură conversia energiei mecanice de frînare într-o formă superioară de energie — de preferință în energie electrică injectabilă în rețeaua proprie sau într-un lucru mecanic imediat, caracterizat printr-un randament superior al recuperării ;

5 — randamentul recuperării, exprimat prin raportul între energia recuperată și energia de frînare dezvoltată ;

6 — precizia sistemului, care trebuie să fie în limitele $0,2 \div 0,5\%$, indiferent de variația mărimilor de intrare (alimentare) sau a mărimilor care caracterizează mediul ambiant ;

7 — rapiditatea cu care sistemul atinge punctul stabil de funcționare, stabilitatea acestuia și capacitatea de amortizare a regimului tranzitoriu ;

8 — puterea consumată în regim de funcționare în gol ;

9 — modul în care la construcție pot fi utilizate elemente deja existente ; dacă este posibil să se refolosească ansamblele și subansamblele standurilor existente.

10 — posibilitatea de execuție cu elemente indigene ;

11 — gabaritul instalației și al sistemelor anexe (de comandă, supraveghere, control etc.);

12 — cursul de revenire ;

13 — posibilitatea de utilizare imediată sau de stocare a energiei recuperate ;

14 — nivelul și influența interacțiilor cu sursele de alimentare și cu consumatorii, care trebuie să fie cît mai reduse ;

15 — fiabilitatea instalației și a componentelor utilizate.

În afară de criteriile prezentate, mai pot fi supuse discuției și alte criterii, ca de exemplu:

— comportarea la încărcare bruscă sau la descărcare bruscă ;

— capacitatea de a lucra în ambele sensuri de rotație ;

— cheltuielile de reparare ;

— siguranța în cazul căderii accidentale a surselor de alimentare ;

— cheltuielile de instalare și reparații.

Ca urmare a experiențelor acumulate în utilizarea frînelor hidraulice, a celor dotate cu motoare de curent continuu și a frînelor cu curenți turbionari, a concluziilor prezentate în lucrările care tratează sisteme analoage și chiar sisteme de recuperare, se pot atribui coeficienți de oportunitate (utilitate) avînd valoarea cuprinsă între 0 și 1 pentru fiecare din variantele considerate în lucrarea prezentă. Acești coeficienți au caracter orientativ, o selecție riguroasă putîndu-se face numai pe baza experimentului și a calculelor economice. Totuși ei pot oferi posibilitatea selectării unui număr mai mic de variante pentru o analiză de detaliu.

Ca urmare a aplicării coeficienților de oportunitate, rezultă tabelul 3 care reprezintă matricea variantă de sistem-criteriu a analizei comparative preliminare. Prin însumarea pe rînduri a coeficienților (care pot fi ponderați în funcție de posibilități sau interes), se pot

Matricea de utilitate a instalațiilor de recuperare

Tabelul 3

Nr. crt.	Varianta	Criteriul														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Pct	Pct.	Pct.	Pct.	Pct.	Pct.	Pct.	Pct.	Pct.	Pct.	Pct.	Pct.	Pct.	Pct.	Pct.
1	SFHR	1	0,8	1	0	0	0,8	0,7	1	0,1	0,1	1	0,1	0	0,8	0,8
2	FCT	1	1	1	0,1	0,1	1	0,8	1	0,5	0,9	1	0,4	0	1	0,7
3	MACCT	1	0,5	0,8	0,3	0,3	0,8	0,8	0,5	0,1	0,8	1	0,5	0	1	0,6
4	GSCF	1	0,5	0,8	0,5	0,5	0,8	0,8	0,5	0,2	0,8	0,5	0,5	0	0,7	0,6
5	GACF	1	0,5	0,7	0,4	0,4	0,8	0,8	0,5	0,2	0,8	0,5	0,5	0	0,7	0,6
6	GCCS	1	0,6	0,7	0,5	0,5	0,8	0,8	0,5	0,2	0,8	0,5	0,5	0	0,7	0,6
7	GCWLA	1	0,6	0,6	0,4	0,4	0,6	0,8	0,5	0,8	0,8	1	0,8	0	0,6	0,7
8	GCWLS*	1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,6	0,8	0,5	1	1	1	1	1	1	1
9	PGHA*	1	0,9	1	0,2	0,2	0,6	0,8	1	1	1	1	1	1	0,9	1

determina opțiunile prioritare. Asteriscul din tabel se referă la cazul în care prin adoptarea soluției se înlocuiește un consumator existent de energie electrică, efectuîndu-se în acest caz o recuperare indirectă de energie, prin economisire.

— convertoarele statice conțin elemente din import ;

— convertoarele statice au încă un preț de cost ridicat, de livrare și întreținere ;

— distorsiunile armonice introduse în rețea întăresc regimul deformant, fenomenul fiind

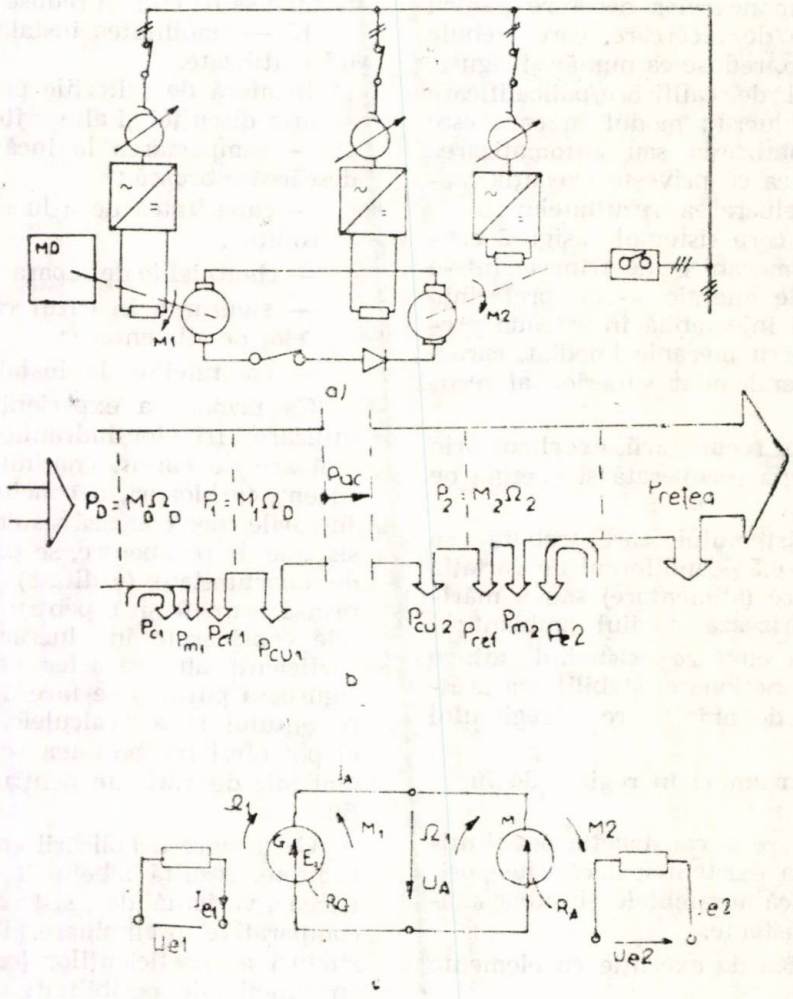


Fig. 4, a Schema electrică de principiu a standului.
Fig. 4, b Bilanțul electric.
Fig. 4, c Schema electrică echivalentă a mașinilor de curent continuu.

Soluția propusă. Concluzii

În funcție de alcătuirea matricei de oportunitate prezentate anterior, se propune ca soluție aplicabilă în cel mai scurt interval, utilizarea ca frînă a mașinii de curent continuu și grup generator sincron — motor de curent continuu. Se poate lua, de asemenea, în considerare soluția care folosește mașina asincronă cuplată la motorul de încercat prin intermediul unui cuplaj cu alunecare (electromagnetic, hidraulic sau cu aer).

Utilizarea unei soluții dinamice în locul unui convertor static este determinată de dezavantajele înregistrate în acest ultim caz, cele mai importante fiind :

important mai ales în cazul puterilor mari și a întreruperilor frecvente ;

— fiabilitatea convertoarelor statice, în condițiile deosebite ale încercării de motoare (vibrații puternice, gaze, fum, variații mari de temperatură), nu este testată.

Pentru cazul prezentat în lucrare, echipamentul principal se alege în funcție de puterea și numărul de cilindri ai motoarelor care alcătuiesc seria, separate în două categorii :

— motoare cu doi și trei cilindri, pentru care puterea maximă a frînei va fi de 37 kW;

— motoare cu patru și șase cilindri, pentru care frîna va avea o putere de 74 kW.

Înlocuirea poate fi efectuată în cadrul reparației capitale a standurilor vechi, caz în care costul unui kilowatt instalat se micșorează cu 40%.

Pentru soluția tehnică de realizare a standului de recuperare s-a adoptat, conform matricei din tabelul 3 (utilizată ca test orb) varianta constructivă a unei mașini de curent continuu (funcționînd ca generator), cuplată electric cu un motor de curent continuu, aceasta la rîndul său fiind cuplat mecanic cu un generator sincron. Înfășurările de excitație ale celor trei mașini sînt alimentate de la rețea, prin intermediul unor redresoare și al unor autotransformatoare reglabile. Pe circuitul de curent continuu este înseriat un bloc de diode în sens direct de conducție, avînd rolul de a bloca circulația curentului spre generatorul de curent continuu cînd acesta se dezexcită, sau cînd se oprește motorul diesel supus încercării ; generatorul în această situație rămîne cuplat la rețea în regim de compensator. Pentru situația constructivă aleasă, se prevede în mod corespunzător aparatura de redresare, protecție și comutație, racordul standului la rețea urmînd să se facă printr-un separator [4].

Soluția constructivă aleasă a fost realizată la alți parametri decît aceia ai prezentei lucrări, de către un colectiv de cercetare din ICEMENERG și este în funcțiune în cadrul unui stand de probe recuperativ pentru grupul de foraj GF—900, la Intreprinderea 23 August București.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Langhoff, J., Raatz, E.:* Geregelte Gleichstromantriebe — Elitera Verlag, Berlin, 1977.

[2] *Kelemen, A., Imecs, M.:* Mutatoare — Ed. didactică și pedagogică, București, 1978.

[3] *Kelemen, A.:* Acționări electrice. Ed. didactică și pedagogică, București, 1979.

[4] x x x: ICEMENERG București — Metodă și instalație de recuperare a energiei la standurile de probe pentru motoare diesel. Stand de probe recuperativ pentru grup de foraj GF-900, 1984.

[5] *Andronescu, P.:* Bazele electrotehnicii. Ed. didactică și pedagogică, București, 1973, vol. 1.

[6] *Lungu, M., Gavat, Șt., ș.a.:* Convertoare modulare de curent continuu — IPA București, 1978.

[7] *Nicolaide, A.:* Mașini electrice — vol. 1, 2. Ed. Scrisul românesc, Craiova, 1976.

[8] *Balabanian, B.:* Teoria modernă a circuitelor — Trad. din l. engl. București, Ed. Tehnică, 1974.

[9] *Calahan, D.:* Computer — Aided Network Design — New-York, Mc. Graw-Hill, 1972.

[10] *Heumann, K.:* Grundlagen der Leistungelektronik — Stuttgart, Teubner Studienbücher, 1975.

[11] *Rewankar, N. G.:* Topological Approach to Thyrristor Circuit Analysis, Proc. IEEE, vol. 20.

[12] x x x: International Symposium on Automoted Technology & Automation, Roma, Italia, 1976.

[13] *Kirilin, V., A, Sicev, V., V., Seindlin, A., E.:* Termodinamica — Trad. din l. rusă, Ed. științifică și enciclopedică, București, 1985.

[14] *Mangiurea, O., Rancu, N.:* Siguranța în funcționare a produselor electrotehnice, analizată prin metode statistico-matematice — Ed. Tehnică, București, 1968.

[15] *Lăzăroiu, D., F.:* Probleme ale cercetării fiabilității în sistemele automate, In : Cercetări în tehnologie electrotehnică și fiabilitate, Ed. didactică și pedagogică, București, 1979.

[16] *Vlad, M.:* Stand pentru rodajul și încercarea motoarelor diesel cu recuperarea energiei de frînare, inovație, Hot. MICM din 26.02.1982.

[17] x x r: Proceedings of International Symposium on Automated Technoloqy and Automation, Roma, Italia, 1987.

[18] x x x: Motorul cu ardere internă, Standuri pentru testarea motoarelor, în: NI Informteajmoș, Nr. 4, 1974.

[19] x x x: Patent R.F.G. nr. 1259164, CZ. 47 N 13, 1975.

[20] x x x: Brevet U.R.S.S. nr. 629469, CZ. G 01 M 153, 1978.

RECENZII

Prof. dr. ing. VOICU SAFTA — Controlul îmbinărilor și produselor sudate. Defectologie. Radiații penetrante. Ultrasunete. Editura Facla Timișoara, 1984, 239 pag. 170 fig., 46 tab., 374 ref. bibl.

Volumul prezentat constituie prima parte a unei lucrări mai mari, destinate inginerilor tehnologi și proiectanți, cercetătorilor, inspectorilor și controlorilor din ramura construcțiilor de mașini și construcțiilor industriale și reprezintă o sinteză a bogatei experiențe acumulate pe plan mondial în domeniul controlului îmbinărilor și produselor sudate.

Subiectul este de strictă actualitate, înscriindu-se organic în preocupările de asigurare a calității construcțiilor sudate din toate domeniile industriei.

Lucrarea este concepută într-o viziune amplă, urmărind să ofere o imagine globală a problematicii controlului și să o fundamenteze teoretic. Din această concepție multidisciplinară derivă și structura ei logică. Primele trei capitole prezintă importanța și eficiența controlului nedistructiv defectele îmbinărilor sudate și influența lor asupra capacității portante, adică elementele necesare stabilirii pe baze științifice a nivelurilor de admisibilitate a defectelor. Pentru fiecare categorie de defecte și de solicitări, se prezintă bazele teoretice ale modificării caracteristicilor de rezistență, precum și rezultatele experimentale care le confirmă. Ultimul subcapitol este consacrat determinării prin calcul a mărimii defectului admisibil.

Capitolul 4 este consacrat controlului cu radiații penetrante. După prezentarea unor noțiuni introductive (natura și proprietățile radiațiilor X și gama, sursele de radiații penetrante etc.), se tratează pe larg problemele tehnicii radiografice : geometria expunerii, calitatea imaginii, sensibilitatea radiografică, determinarea parametrilor de expunere. Elementele

astfel introduse sînt apoi particularizate pentru diferite tipuri de îmbinări sudate, tratîndu-se tehnica de control și modul de interpretare a rezultatelor. În încheierea capitolului, se prezintă cîteva probleme care depășesc cadrul tradițional: radiografierea cu ajutorul acceleratoarelor de particule, xeroradiografia, fluoroscopia etc., precum și diferitele criterii de apreciere a îmbinărilor sudate (încadrarea în grupe pe baza radiografiilor etalon, clasele de calitate, sistemul admis/respins).

Capitolul 5 este consacrat defectoscopiei cu ultrasunete. Primele șase subcapitole tratează problemele teoretice de bază (tipuri de oscilații și unde, mărimi u.s. caracteristice comportarea ultrasunetelor pe suprafețe limită, atenuarea și difrasția undelor, producerea ultrasunetelor). În continuare se prezintă metodele defectoscopiei cu ultrasunete (construcția și funcționarea defectoscoapelor și palpatoarelor, condițiile tehnice și criteriile de alegere a acestora, reglarea defectoscopului, geometria examinării și imagini de defect). Un întreg subcapitol este dedicat problemei de bază a defectoscopiei: determinarea parametrilor defectului (poziție, formă și orientare, mărime). Tehnicile de control sînt detaliate în cadrul subcapitolului 11. Trebuie subliniat faptul că prezentarea nu se limitează la metodele clasice, ci abordează și metodele de control mecanizate și automatizate. Sînt abordate de asemenea, o serie de probleme dificile, a căror rezolvare presupune tehnici specifice precum: controlul îmbinărilor sudate și al placărilor cu oțeluri austenitice, controlul îmbinărilor sudate prin presiune, utilizarea ultrasunetelor în lanțul de comandă a unor instalații automate de sudare etc. Ultimul subcapitol tratează o altă problemă dificilă: criteriile de admisibilitate a defectelor.

Lucrarea are la bază o bibliografie deosebit de bogată, printre care numeroase standarde românești internaționale și străine. Ea reprezintă un prețios instrument de lucru pentru specialiști, îmbinînd în mod armonios prezentarea problemelor teoretice de bază cu practică curentă și cu noutățile din diferitele domenii ale controlului nedistructiv.

Prof. dr. ing. VOICU SAFTA — Controlul îmbinărilor și produselor sudate. Dimensional și de suprafață. Metode electromagnetice. Emisie acustică. Controlul etanșeității. Încercări distructive. Editura Facla, Timișoara, 1986, 311 pag. 152 fig., 33 tab., 690 ref. bibl.

Lucrarea este continuarea volumului anterior și reprezintă o sinteză a experienței acumulate pe plan mondial, completată cu contribuțiile personale ale autorului. Controlul de calitate, componentă de bază a concepției moderne de asigurare a calității, se bucură la ora actuală de o atenție deosebită, atît din partea factorilor de conducere și de decizie, cît și din partea specialiștilor angrenați nemijlocit în activitatea de producție și de cercetare. Această activitate presupune însă o abordare din multiple puncte de vedere, implicînd cunoștințe din numeroase domenii ale științei și tehnicii. Acest punct de vedere, însușit și susținut de autor, reprezintă firul conducător al întregii lucrări, concepută într-o viziune largă, multidisciplinară.

Prima parte a lucrării este consacrată metodelor de control nedistructiv, neprezentate în prima parte a lucrării.

Primul capitol este consacrat controlului vizual, dimensional și cu lichide penetrante.

În capitolul al doilea se tratează probema controlului prin metode electromagnetice (prin evidențierea cîmpului magnetic de dispersie, prin curenți turbionari și determinarea cantității de ferită delta). Pentru fiecare metodă în parte, se prezintă inițial bazele teoretice, variantele metodei, tehnica operatorie, criterii de interpretare a rezultatelor controlului. Pe lîngă metodele tradiționale sînt prezentate și o serie de metode mai noi, de exemplu: defectoscopia cu sonde (de potențial, ferosonde etc.) și magnetografia în cazul controlului magnetic. Acolo unde este cazul, autorul nu ezită să iasă din limitele subiectului și să prezinte toate informațiile necesare elucidării problemei (de exemplu: metodele roentgenografică, difractometrică, metalografică, a diagramelor de structură, destinate determinării conținutului de ferită delta).

Capitolul trei este consacrat metodei emisiei acustice. Se prezintă bazele teoretice ale procesului de emisie acustică, aparatura și aplicațiile metodei. În aceeași concepție largă, noțiunea de control este utilizată într-un mod foarte general, adecvat practicii industriale. Astfel, o parte însemnată a capitolului este rezervată prezentării comenzii active a proceselor de sudare (cu ajutorul emisiei acustice). Controlul este astfel conceput ca un control activ, calitatea rezultînd din adaptarea continuă a funcționării instalației la condițiile și perturbațiile întîlnite în practica industrială.

În capitolul patru sînt prezentate succint numeroasele metode de control al etanșetății produselor.

Partea a doua a lucrării eșalonată pe 4 capitole, este dedicată încercărilor distructive, clasificate în: încercări convenționale, încercări de evidențiere a tendinței de comportare fragilă, la solicitări variabile și încercări la coroziune fisurantă.

Încecările convenționale (tracțiune, îndoire, încovoiere prin șoc etc.) sînt grupate funcție de tipurile de îmbinări sudate pentru care sînt relevante (cap la cap, în colț, în baie de zgură etc.). Pentru fiecare încercare se prezintă condițiile tehnice de executare, tipurile de epruvete determinarea caracteristicilor și interpretarea rezultatelor. Două subcapitole ale capitolului 5 sînt rezervate analizei metalografice și fractografice. În ultimul subcapitol sînt tratate problemele moderne ale colerării caracteristicilor mecanice cu structura metalografică și cu propagarea undelor u.s.

Capitolul consacrat comportării fragile conține atît bazele teoretice ale ruperii fragile cît și descrierea a numeroase tipuri de încercări destinate: determinării unor caracteristici tot mai mult utilizate în definirea materialelor (K_{Ic}, COD, integrala J etc.), aprecierii tehnologiilor (probele Tekken, Lehigh etc.), aprecierea comportării probelor mari. În încheiere se prezintă unele considerații privind alegerea metodelor de încercare.

Capitolul 7 (Încercarea la solicitări variabile) este de asemenea un capitol foarte bogat în informații. Sînt prezentate bazele teoretice ale diferitelor tipuri de solicitări (armonice, aleatoare etc.), diferitele metode de conducere a încercărilor, se descriu mașini și standuri de încercare și se studiază diferiții factori de influență.

Capitolul 8 este consacrat unei probleme a cărei importanță crește continuu odată cu dezvoltarea industriei chimice și a centralelor nucleare: verificarea comportării la coroziune fisurantă. Este descris mecanismul coroziunii fisurante, factorii de influență, metodele de încercare și modul de interpretare a rezultatelor.

Ultimul capitol este rezervat prezentării unor probleme de o deosebită însemnătate în organizarea controlului îmbinărilor și produselor sudate: regulile generale de control și responsabilitățile în stabilirea, aplicarea și urmărirea tehnologiilor de control.

Problema controlului nedistructiv este deci tratată pe parcursul celor două volume, pornind de la influența defectelor asupra capacității portante, trecînd prin diferitele metode de evidențiere a acestora prin metodele controlului nedistructiv, de verificare a tehnologiilor prin încercări distructive și sfîrșind cu regulile generale de proiectare a tehnologiilor de control. Lucrarea reprezintă deci un ghid util atît pentru lărgirea orizontului profesional, cît și pentru practica curentă a tuturor categoriilor de personal implicate în controlul îmbinărilor și produselor sudate.

Colectiv coordonat de prof. dr. doc. ing. DUMITRU REMUS MOCANU și prof. dr. ing. VOICU SAFTA, Încercarea materialelor, vol. 3, Controlul nedistructiv al metalelor. Editura Tehnică, București, 1986, 648 pag., 541 fig., 170 tab., 508 ref. bibl., 2 anexe

Lucrarea reprezintă volumul 3 dintr-o serie de 4 volume consacrate încercării materialelor. Primele două volume au fost consacrate încercărilor distructive, următoarele două urmînd a trata controlul nedistructiv : vol. 3 controlul metalelor, iar vol. 4 (în curs de apariție) controlul materialelor nemetalice.

Elaborată de un colectiv de autori, specialiști cu îndelungată experiență în domeniile respective, lucrarea constituie un ghid practic de control nedistructiv, fiind denstinată în principal personalului CND din întreprinderi și de pe șantiere și (numai în secundar) inginerilor, fizicienilor și studenților. Rezultatul obținut depășește însă intențiile declarate, fundamentarea teoretică a controlului fiind solidă și riguros dezvoltată. Lucrarea se înscrie astfel în efortul de ridicare a calității produselor, de perfecționare a cunoștințelor personalului implicat în această activitate.

Primul capitol tratează în principal clasificarea defectelor din piesele turnate, forjate, laminate etc., precum și din îmbinările sudate. În incheiere se trec în revistă metodele CND recomandate pentru depistarea diferitelor tipuri de defecte.

Capitolul 2 este consacrat examinării vizuale. După o solidă fundamentare teoretică, sînt trecute în revistă diferite echipamente (inclusiv electronice) pentru examinarea vizuală. În încheiere se fac recomandări pentru întreținerea componentelor optice.

Capitolul 3 tratează bazele teoretice, materialele folosite și tehnologiile de control cu lichide penetrante. Ultimul subcapitol este consacrat mecanizării și automatizării acestui tip de control.

Următoarele două capitole, ambele de mare extindere (cca. 130 pagini fiecare), sînt consacrate controlului cu radiații penetrante și, respectiv, cu ultrasunete. Capitolele sînt echilibrat concepute. Circa 20% din extindere este destinată prezentării bazelor teoretice, 10% — tehnicilor speciale, restul fiind utilizat pentru descrierea tehnicilor și aparaturii curente de lucru ; capitolul 4 conține și un subcapitol destinat prezentării protecției contra radiațiilor. Paragrafe speciale tratează problema radiografierii pieselor turnate, a îmbinărilor sudate, a materialelor neferoase etc. Tehnicile speciale menționate anterior sînt : radiografia cu ajutorul betatronului, neutronografia etc., respectiv examinarea oțelurilor inoxidabile austenitice, interferometria ultraacustică etc.

În capitolul 6 se prezintă controlul magnetic, insistîndu-se asupra controlului cu pulberi magnetice. Se prezintă, de asemenea, controlul magnetografic și ferosonde, precum și problema automatizării controlului și cea a dezvoltării domeniului.

Capitolul 7 este consacrat unei alte metode CND de largă utilizare : controlul cu ajutorul curenților turbionari. Pe lîngă bazele teoretice ale metodei, tehnicii operatorii și de interpretare, se prezintă particularitățile acestei metode în cazul componentelor destinate aviației și centralelor nucleare; sînt descrise, de asemenea, schemele — bloc ale instalațiilor comandate de minicalcalculatoare.

O metodă modernă de control o constituie emisia acustică, a cărei pondere este în continuă creștere. Principiile emisiei acustice, unele scheme-bloc de aparatură și cîteva aplicații ale metodei sînt prezentate în capitolul 9.

Controlul grosimii produselor/acoperirilor și controlul etanșeității au în comun numărul mare de metode care pot fi utilizate. Aceste metode împreună cu aparatura aferentă sînt prezentate sintetic în capitolul 8 și respectiv 10.

Un deosebit interes îl prezintă ultimele două capitole, consacrate corelării controlului nedistructiv cu siguranța structurilor portante și respectiv pregătirii personalului care execută examinări nedistructive. Capitolul 11 este util proiectanților, constituind un îndrumar pentru alegerea metodelor de control, funcție de defectele pe care le pot prezenta prin construcție. Capitolul 12 debutează printr-o prezentare a nivelurilor de pregătire reglementate in diferite țări industriale dezvoltate. În continuare se prezintă nivelurile de autorizare conform prescripțiilor ISCIR, unica formă de autorizare existentă în țară. Prezentarea este în mod fericit completată cu două anexe conținînd progamele analitice recomandate pentru pregătirea personalului de nivel 1 și 2 și respectiv de nivel 3.

În ansamblul ei lucrarea constituie un ghid util pentru toți cei care, sub o formă sau alta, sînt implicați în controlul nedistructiv al produselor metalice

Dr. ing. Ioan Arghiriade

I. C. T. C. M.
INSTITUL DE CERCETARE
ȘTIINȚIFICĂ ȘI INGINERIE
TEHNOLOGICĂ PENTRU
INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR
DE MAȘINI

Șos. Olteniței nr. 103, sector 4
București — 73651
Telefon 343445 Telex 10233

Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Industria Construcțiilor de Mașini, înființat încă din anul 1965, are o bogată experiență în cercetare și proiectare tehnologică specifică pentru construcțiile de mașini. În cadrul Institutului se desfășoară trei tipuri de activități:

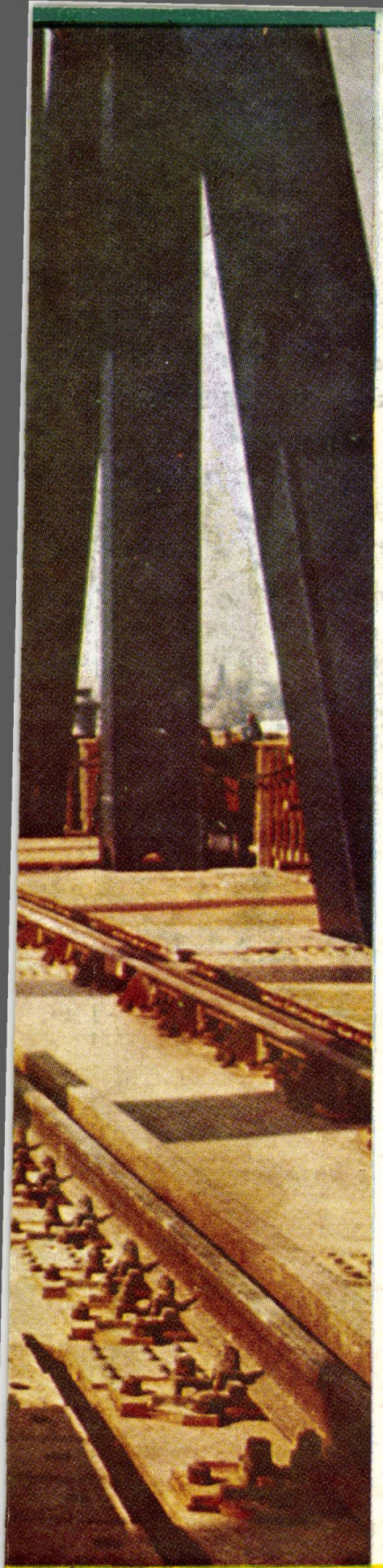
1. Cercetarea de procese tehnologice (metode de fabricație) noi în cadrul laboratoarelor special amenajate pentru experimentarea și optimizarea procedeelor, regimurilor sau rețetelor tehnologice precum și cercetarea în vederea asimilării în fabricația de serie a unor echipamente și produse noi în domeniile: prelucrări prin așchiere, ștanțare, ambutisare și prin tehnologii neconvenționale, manipulare automată montaj mecanizat și automatizat, acoperiri de protecție și decorative, control activ, interoperațional și final.

2. Elaborarea de tehnologii integrate și sisteme complexe de fabricație pentru prelucrarea unor piese sau grupe de piese sau produse, cu adoptarea celor mai eficiente procedee, inclusiv proiectarea mașinilor speciale, dispozitivelor și sculelor.

3. Execuția, în limita capacităților propriului său atelier, a echipamentelor tehnologice proiectate. Acordarea de asistență tehnică pentru punerea în funcțiune la parametrii proiectați a proiectelor elaborate.

ICTCM EFECTUEAZĂ: ● Studiul problemelor tehnologice individuale sau legate de realizarea unui anumit produs ; ● Elaborarea de procedee tehnologice noi sau dezvoltarea și îmbunătățirea unor tehnologii existente ; ● Experimentarea în laborator și în producție a procedeelor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de execuție pentru liniile, mașinile dispozitivele sau sculele necesare aplicării tehnologiilor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de utilare tehnologică a secțiilor sau atelierelor în care se vor realiza tehnologiile respective ; ● Construcția în ateliere proprii a utilajelor proiectate ; ● Execuția de prototipuri de mașini și dispozitive și experimentarea acestora în vederea introducerii lor în fabricația de serie ; ● Elaborarea de metode de măsură și control interoperații și final, proiectarea și executarea utilajelor necesare controlului și sortării cu diferite grade de automatizare ; ● Proiectarea și eexcutarea de bancuri de probă pentru studii de laborator și fabricația de serie ; ● Organizarea fabricației, transportului intern și depozitării în secțiile și atelierele destinate aplicării noilor tehnologii, planificarea și urmărirea producției ; ● Elaborarea de sisteme pentru automatizarea pregătirii tehnologiei precum și pentru planificare, lansare și urmărire cu ajutorul calculatorului electronic ; ● Acordarea de asistență tehnică pentru aplicarea procedeelor tehnologice elaborate și pentru punerea în funcțiune a utilajelor proiectate și executate; ● Acordarea de licențe, know-how și punerea la dispoziție a documentației de execuție pentru lucrările executate de institut.

1988 MAJ 26



E 3279

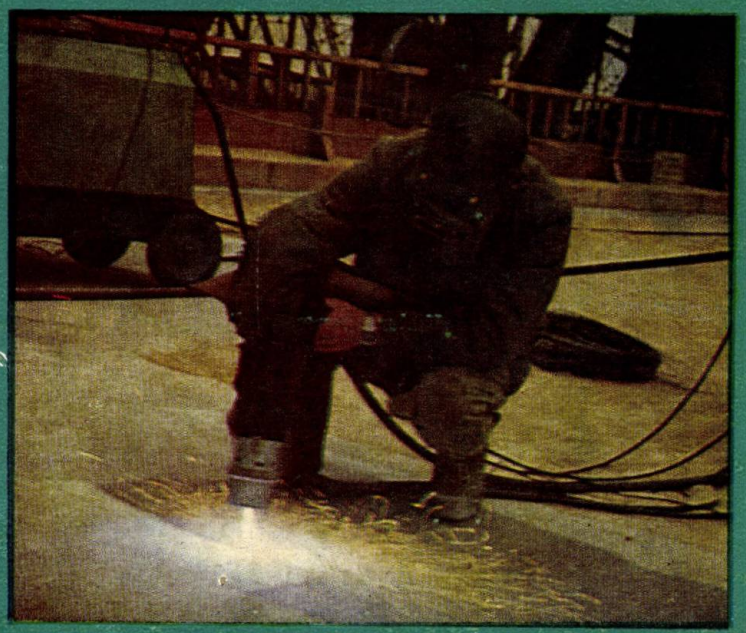
R 1988 MAR 0 7
Referálva 1

GSE

ICTCM

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

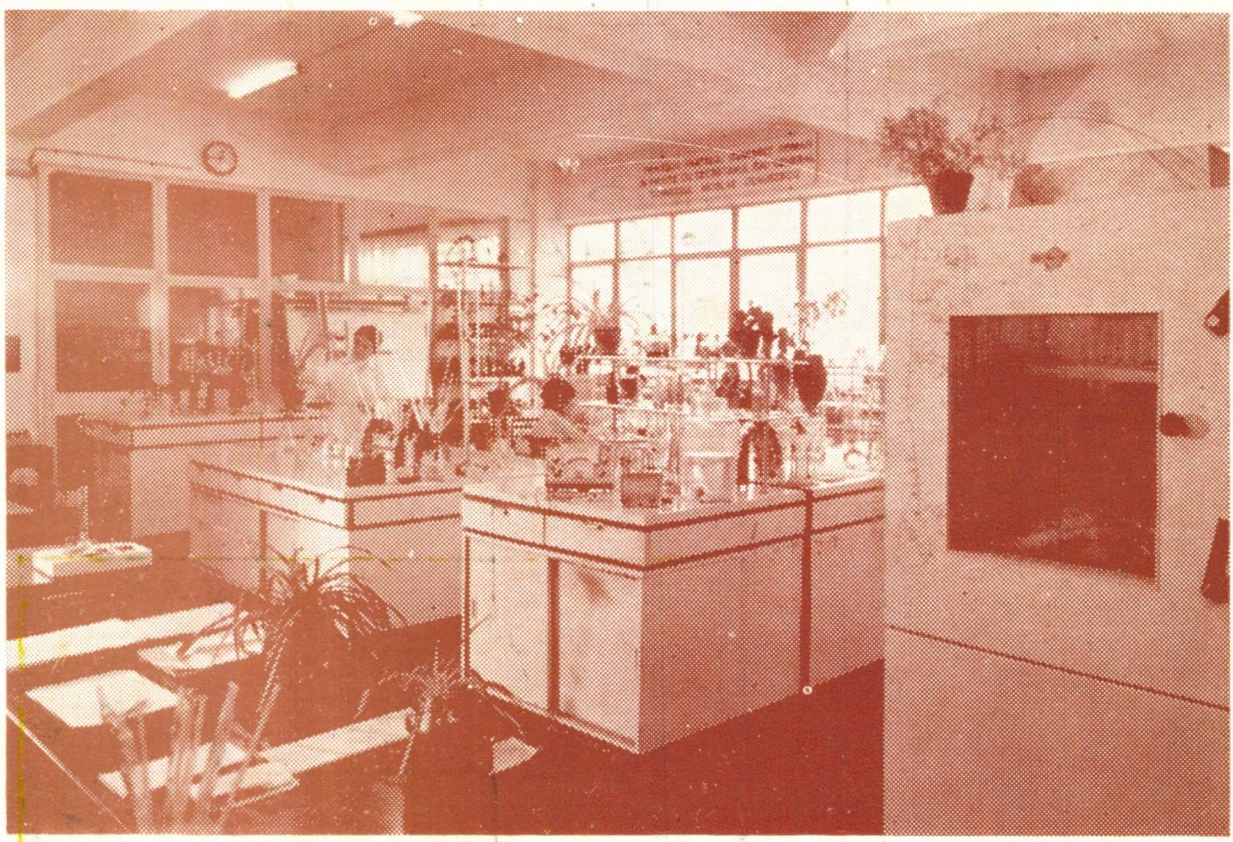
• ACOPERIRI DE PROTECȚIE



BUCUREȘTI ■ XXXIX ■ DECEMBRIE ■ 1987

12

Activitatea de cercetare tehnologică din ICTCM are drept scop elaborarea de tehnologii moderne de protecții anticorozive și funcționale pentru domenii industriale de vîrf, de exemplu : auto, nuclear, aeronautic, naval ș.a.



Vedere generală din laboratorul de acoperiri metalice

În laboratoarele de cercetare și în stația — pilot ale ICTCM se stabilesc și se selectează soluțiile tehnice optime. Aparatura modernă, care există la dispoziția laboratoarelor, permite precizarea datelor cu un înalt grad de productivitate, precum și crearea unor modele experimentale.

Între 14 și 16 decembrie 1987 și-a desfășurat lucrările

Conferința Națională a Partidului Comunist Român

REALIZĂRI DE PRESTIGIU ÎN CINSTEA CONFERINȚEI NAȚIONALE

Tovarășul Nicolae Ceaușescu, împreună cu tovarășa Elena Ceaușescu, a inaugurat grandioase obiective ale construcției socialiste : podurile de la Fetești și Cernavodă și canalul Poarta Albă — Midia-Năvodari

Sub președenția tovarășei academician doctor inginer Elena Ceaușescu

Plenara Consiliului Național al Științei și Învățământului

În anul 1988, industria de utilaj greu și constructoare de mașini trebuie să atingă un grad de înnoire a producției de peste 60 la sută, iar industria electronică și electrotehnică, de 67 la sută. Creșterea indicelui de utilizare a metalului feros trebuie să ajungă, în 1988, la 92,5 la sută. Aceasta impune o preocupare susținută din partea cercetării pentru realizarea integrală a programului de asimilări și modernizări, asigurîndu-se, pe această bază, ridicarea nivelului de tehnicitate al producției de utilaje și instalații tehnologice, de mașini-unelte, motoare, componente electronice, mijloace de automatizare, de aparatură de măsură și control.

Din cuvîntarea tovarășei
ELENA CEAUȘESCU,
la Plenara Consiliului Național al Științei
și Învățământului — noiembrie 1987

CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
EDITOR : OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI
ANUL XXXIX, 12, decembrie, 1987

40

CUPRINS

Protecția suprafețelor metalice prin metode chimice și electrochimice

MARINESCU, ANTOANETA : **Realizări și orientări de perspectivă în domeniul tehnologic și de proiectare a instalațiilor de acoperiri metalice, neutralizări și recuperări** 573

MARINESCU, ANTOANETA, BAY, EMILIA, AVRAM, I. : **Protecții funcționale prin electrodepuneri de metale singulare și aliaje** 574

BAY, EMILIA, HARPĂU, GABRIELA : **Depuneri de aliaje binare pe bază de zinc, cu înaltă rezistență la coroziune în climat tropical** 578

ROMAN, LIANA, BAY, EMILIA, BLIDARIU MARIOARA : **Tehnologii moderne de protecție a ansamblurilor în frecare, cu rezistență mare la uzură** 581

BRÎNZOI, V., APĂTEANU, LILIANA : **Coroziunea unor oțeluri în soluții concentrate de acid clorhidric, în prezența și absența inhibitorilor organici** 586

RADOVICI, O., POPESCU : BELARISA, ILIUȚĂ, I. : **Efectul de inhibiție a coroziunii, în prezența unor săruri cuaternare de amoniu cu radical alifatic** 594

KÖNIG, LILIANA, DINESCU, MARIA, POENARU, V. : **Cercetări în vederea asimilării produselor necesare realizării acoperirilor protector-decorative** 602

GAVÁT, RODICA, DUMITRESCU, M. : **Modernizarea tehnologică a liniilor de acoperiri metalice** 605

Revista apare sub îndrumarea
Consiliului Științific al Institutului Central pentru Construcții de Mașini

Redactor șef : ing. Teodosia Oprescu
Redactor : Șerban Teodorescu
Coordonatori : ing. Antoaneta Marinescu, dr. ing. Gabriela Crișan

Coperta reprezintă operația de metalizare cu arc electric a platelajului noului pod peste Dunăre de la Fetești

GRÜNWALD, E., WILLING, A., HARSÁNYI, M., HARSÁNYI, IULIA :	**Proprietățile unui electrolit acid de cuprare cu concentrație scăzută de metal, la confecționarea circuitelor imprimate**	608
SACHIAN, A., BLIDARIU, MARIOARA, HARPĂU, GABRIELA, ANDONIANȚ, GH. :	**Preocupări privind creșterea rezistenței la uzură, frecare și coroziune a protecțiilor metalice realizate chimic și electrochimic**	614
DUMITRESCU, M., PĂTRAȘCU, RODICA, SIMIONUC, GABRIELA :	**Preocupări în acțiunea de recuperare a metalelor și a electroliților și de raționalizare a consumului de apă la instalații de acoperiri metalice**	616
NEAGU, A., IONIȚĂ, CARMEN :	**Cercetări privind protecția anticorozivă a pieselor din oțel supuse prelucrării prin electroeroziune cu electrod filiform**	618
ZAHARIA, V. :	**Modulizarea liniilor de galvanizare**	622
MĂRĂȘESCU, N. :	**Tendințe moderne în concepția constructivă a utilajelor de galvanizare și realizări în acest domeniu**	626
x x x :	**Date informative privind activitatea desfășurată de compartimentul de protecție prin acoperiri metalice (CAM), din cadrul I.C.T.C.M. București, în perioada 1984—1987**	627

ATTENTION !

Foreign readers can subscribe through ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box. 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ACHTUNG !

Ausländische Leser können sich abonnieren durch ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ATTENTION !

Les lecteurs étrangérs de la revue pourront prendre des abonaments par ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box. 12—201 — telex : 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

ВНИМАНИЕ !

Читатели иностранных стран могут абонироваться при ROMPRESFILATELIA — sectorul export-import presă. P.O. Box 12—201 — telex: 10376 prsfir, București, Calea Griviței nr. 64—66.

Revista „CONSTRUCȚIA DE MAȘINI", organ al Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini din Republica Socialistă România. Redacția la : Oficiul de informare documentară pentru industria construcțiilor de mașini, cu sediul în București, Calea Victoriei, 133, sector I, telefon 50.31.30 ; sau 59.71.35. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament ICTCM, 30.16.7.01.01 B.N.—R.S.R. filiala sector IV sau prin mandat poștal la ICTCM, șos. Olteniței nr. 105, București, sector 4, pentru revista „Construcția de mașini". Tarif : 150 lei anual. Costul unui exemplar : 12,50 lei.

Tiparul : Tipografia „Ploiești" str. Transilvaniei, nr. 29.

SUMARE

CZ : 621.793

Marinescu, Antoaneta : **Realizări şi orientări de perspectivă în domeniul tehnologic şi de proiectare a instalaţiilor de acoperiri metalice, neutralizări şi recuperări**

Se prezintă principalele realizări din I.C.T.C.M. în domeniul protecţiei suprafeţelor prin acoperiri metalice, grupate pe obiectivele prioritare ale ramurei construcţiei de maşini ; concomitent, se face o trecere în revistă a preocupărilor de perspectivă în domeniul tehnologiilor şi instalaţiilor de acoperiri metalice, neutralizări şi recuperări.

Construcţia de maşini, 39 (197), nr. 12

CZ : 541.13 : 669.268 : 669.248.6 : 669.586

Marinescu, Antoaneta, Bay, Emilia, Avram, I. : **Protecţii funcţionale prin electrodepuneri de metale singulare şi aliaje**

S-au studiat noi procedee de protecţii funcţionale prin electrodepuneri de crom şi respectiv aliaj Ni—Zn pe suprafeţe mari şi profilate. În cazul cromării, s-a cercetat configuraţia geometrică şi mărimea suprafeţei anodice care să asigure uniformitatea distribuţiei liniilor cîmpului electric, în condiţiile dinamice de descărcare a cromului la catod şi al distanţelor reduse între electrozi. În cazul depunerilor de nichel activ din punct de vedere catalitic, cercetările au condus la elaborarea tehnologiei de depunere a aliajului Ni—Zn, care după dizolvarea selectivă a zincului, a prezentat o structură specifică, cu o reţea de fisuri şi canale care determină creşterea suprafeţei de contact pe care se desfăşoară procesele de electroliză.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 3 fig., 1 tab., 17 ref. bibl.

CZ : 541.13 : 669.586 : 620.197

Bay, Emilia, Harpău, Gabriela : **Depuneri de aliaje binare pe bază de zinc cu înaltă rezistenţă la coroziune în climat tropical**

Articolul se referă la realizarea depunerilor de aliaje pe bază de zinc, cu proprietăţi anticorozive mult superioare acoperirilor de zinc, respectiv cadmiu pasivat. Sînt prezentate compoziţiile electroliţilor şi parametrii optimi de lucru pentru obţinerea aliajelor de zinc cu metalele din grupa fierului (Fe, Co, Ni) şi cu staniu, precum şi performanţele realizate. Se pun, de asemenea, în evidenţă rezultatele foarte bune, din punct de vedere al rezistenţei la coroziune, obţinute prin practicarea acoperirilor sistem multistrat, constituit din straturi alternative de aliaj bogat în elemente de aliere şi aliaj sărac în elemente de aliere.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 3 tab., 3 ref. bibl.

CZ : 621.794 : 621.78

Roman, Liana, Bay, Emilia, Blidariu, Marioara : **Tehnologii moderne de protecţie a ansamblelor în fiecare cu rezistenţă mare la uzură**

S-a studiat cîteva tratamente care să îmbunătăţească comportarea tribologică a suprafeţelor metalice, concomitent cu o reducere importantă de metale neferoase. S-au determinat experimental performanţele depunerilor de Sn—Cu, cu tratament termic de difuzie, şi — respectiv — ale straturilor obţinute prin sulfizare anodică. S-au delimitat cele mai rentabile domenii de aplicare, pentru cele două procedee studiate.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 7 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 620.197

Brînzoi, V., Apăteanu, Liliana : **Coroziunea unor oţeluri în soluţii concentrate de acid clorhidric, în prezenţa şi absenţa inhibitorilor organici**

S-au studiat comportarea la polarizare a oţelului carbon OL 37 şi a oţelurilor inoxidabile tip V 2A şi V 4A, în soluţii concentrate de HCl, prin metoda potenţiostatică. Creşterea concentraţiei acidului clorhidric a condus la activarea procesului de coroziune, respectiv la o creştere accentuată a densităţii curentului de coroziune. Parametrii cinetici de coroziune, determinaţi din curbele de polarizare ale oţelului carbon OL 37, pun în evidenţă un mecanism de dizolvare a fierului de tip LYF. Inhibarea coroziunii celor trei oţeluri mai sus menţionate s-a studiat cu ajutorul unor inhibitori organici notaţi de noi cu I, II şi III. Eficienţa inhibitorilor folosiţi scade în sensul: $E_{inh.\ II}$ $E_{inh.\ III}$ $E_{inh.\ I}$. Puterea de inhibare a fost atribuită formării pe suprafaţa metalului a unui film de absorbţie ce protejează metalul de mediul agresiv.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 6 fig., 6 tab., 10 ref. bibl.

CZ : 620.197

Radovici, O., Popescu, Belarisa, Iliuţă, I. : **Efectul de inhibiţie a coroziunii, în prezenţa unor săruri cuaternare de amoniu cu radical alifatic**

S-a cercetat eficienţa de inhibiţie a coroziunii oţelului OLC în HCl 10%, în prezenţa unor săruri cuaternare de amoniu, ce pot fi folosite în operaţiile de decapare chimică şi desincrustare. S-a stabilit variaţia, cu concentraţia sărurilor cuaternare de amoniu, a următorilor parametri : curent de coroziune, viteză de coroziune, grad de acoperire şi eficienţa de inhibiţie a coroziunii. S-a utilizat metoda rezistenţei de polarizare Stern-Geary.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 12 fig., 1 tab., 10 ref. bibl.

CZ : 621.793 : 541.13 : 669.248.6

König, Liliana, Dinescu, Maria, Poenaru, V. : **Cercetări în vederea asimilării produselor necesare realizării acoperirilor protector-decorative**

Articolul prezintă experimentările efectuate în scopul elaborării de tehnologii de protecţie funcţionale şi decorative, utilizînd electroliţi cu viteză mare de depunere şi respectiv cu consum energetic redus. Se redau rezultatele studiilor efectuate utilizînd produse realizate în ţară pentru depunerea nichelului din electroliţi cu sulfamaţi şi depunerea aliajului staniu-cobalt.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 4 fig., 2 tab., 7 ref. bibl.

CZ : 621.793

Gavăt, Rodica, Dumitrescu, M. : **Modernizarea tehnologică a liniilor de acoperii metalice**

Modernizarea liniilor de acoperiri metalice vizează flexibilitatea tehnologică a acestora, reducerea consumurilor de materiale şi de energie, creşterea productivităţii muncii, automatizarea şi cibernetizarea sistemelor de control tehnic de calitate. Sînt prezentate cîteva din preocupările I.C.T.C.M. privind tipizarea tehnologiilor, a subsanţelor tehnologice şi a modulelor de utilaje, introducerea sistemelor de recuperare şi reutilizare a materialelor şi a energiei, realizarea de noi tehnologii de acoperiri metalice cu consumuri reduse de materiale, energie şi de forţă de muncă, introducerea tehnicii de calcul în controlul fabricaţiei şi al produselor.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 3 tab., 5 ref. bibl.

CONTENTS

DC : 621.793

Marinescu, Antoaneta : **Performances and perspective directions in tehnological and design field of metal coatings, neutralizations and recuperations plants**

There are shown the main performances in I.C.T.C.M. in the field of surfaces protection by metal coatings, grouped on the main objectives of mechanical engineering in the same time there are presented the perspective studies in the techonological field and in the metal coatings, neutralizations and recuperations plants.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12

DC : 541.13 : 669.268 : 669.248.6 : 669.586

Marinescu, Antoaneta, Bay, Emilia, Avram, I. : **Functional protections carried out by singular metals and alloys electrodepositions**

New functional protection have been studied in chrome electrodepositions and chrome and Ni—Zn alloy, respectively, on large and profiled surfaces. In chromium plating case it has been researched the geometrical configuration and the anode surface dimension to assure the the distribution uniformity of the electric field line in dynamic chrom discharge conditions to the cathode and of the reduced distances between the electrodes. In the case of active nickel depositions, from the catalytic point of view, the researches leaded to elaboration of Ni—Zn alloy deposition technology which, after Zn selective dissolution, has presented a specific structure with a crackes and channals network and to determine the increasing of the contact surface the electrolysis processes take place on.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 3 figs., 1 tab., 17 bibl. paps.

DC : 541.13 : 669.586 : 620.197

Bay, Emilia, Harpău, Gabriela : **Binary alloys depositions based on Zn with high corrosion resistence in tropical climate**

The papers refers to the achievement of alloys deposit based on Zn with anticorrosive proprieties superior to Zn coatings, respectively with passivate cadmium. There are presented the electrolytes compositions and the optimal work parameters for obtaining zinc alloys with metals of iron groupe (Fe, Co, Ni) and with tin as well as the carried out performances. There are, also, emphasized the very good results from the corrosion resistance point of view, carried out using the multi-sheet coatings system, being formed by alternative layers of alloys rich in alloying constituents and of alloy poor in alloying constituents.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 3 tabs., 3 bibl. paps.

DC : 621.794 : 621.78

Roman, Liana, Bay, Emilia, Blidariu, Marioara : **Modern protection technologies of high wear friction resisting assemblies**

There have been studied some treatments made to improve te tribological behaviour of metal surfaces, simultaneous with an important reduction of nonferrous metal. There have experimentaly, been determined the performances of Sn—Cu deposits by thermal treatment diffusion and of the layers carried out by anode sulfization, respectively. The most advantageous fields of application hape been limited for the two studied processes.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 7 figs., 5 bibl. paps.

DC : 620.197

Brînzoi, V., Apăteanu, Liliana : **Corrosion of some steels in concentrated lychide solutions in the presence and absence of organical inhibitors**

It has been studied the behaviour to polarization of OL 37 carbon steel and V 2A and V4A stainless steel in HCL concentrated solutions by potential-static method. The chlorine hydride concentration increase leaded to corrosion process activation, respectively, to a real increasement of corrosion current density. The kinetical corrosion parameters determined by the polarization curves of OL 37 carbon steel releaves a dissolution mechanism of LYF steel. Corrosion inhibition of the three above-mentioned steels has been studied by means of some organical inhibitors marked by us with I, II and III. The used inhibitors efficiency decreases in the meaning of: $E_{inh.\ II} > E_{inh.\ III} > E_{inh.\ I}$. The inhibition power has been put down to the forming of an absorbtion film on the metal surface, which protects the metal from aggressive medium.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 6 figs., 6 tabs., 10 bibl. paps.

DC : 620.197

Radovici, O., Popescu, Belarisa, Iliuţă, I. : **Corrosion inhition effect in the presence of some quaternary ammonium salts with aliphatic radical**

It has been studied the inhibition efficiency of OLC steel corrosion in 10% HCL in the presence of some quaternary ammonium salts which can be used in chemical pickling and desincrusting.

It has been determined the variation of the quaternary ammonium salts concentration of the following parameters: corrosion current, corrosion speed, coating degree, and corrosion inhibition efficiency. It has been used Stern-Geary polarization resistance method.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 12 figs., 1 tab., 10 bibl. paps.

DC : 621.793 : 541.13 : 669.248.6

König, Liliana, Dinescu, Maria, Poenaru, V. : **Researches for products assimilation in order to perform the protective-decorative coatings**

The paper presents the experiments carried out to perform functional and decorative protection technologies, using electrolytes with high speed deposition and, respectively, with low energy consumption. There are given the results of the carried out studies, using the products perfomed in our country, for nickel deposition from electrolytes with sulphamates and Sn—Co alloy deposition.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 4 figs., 2 tabs., 7 bibl. paps.

DC : 621.793

Gavăt, Rodica, Dumitrescu, M. : **Technological modernizing of metal coating lines**

The modernizing of metal coatings lines aims at the technological flexibility of these, at the reduction of materials and energy consumptions, at the increasing of work productivity, at the automation and computerization of technical quality control systems. There are presented some of ICTCM's concerns on typification of technologies, technological substances and plants modulus, on introduction of recovery and rensing systems of the materials and energy on cacring out of new metal coating technologies with reduced consumptions of materials, energy and menpower, as well as on introduction of computing technics in manufacture and products control.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 3 tabs., 5 bibl. paps.

SOMMAIRES

CD : 621.793

Marinescu, Antoaneta : **Réalisations et perspectives dans le domaine technologique et des installations de recouvrements métalliques, de neutralisations et de recuperations**

On présente les principales realisation d'ICTCM en ce qui concerne le protection des surfaces par recouvrements métalliques groupées d'après les objectifs prioritaires existents dans le domaine de la construction des machines. En même temps on expose les préocupations de l'avenir dans ce domaine.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 12.

CD : 541.13 : 669.268 : 669.248.6 : 669.586

Marinescu, Antoaneta, Bay, Emilia, Avram, I.: **Protections fonctionnelles par électrodéposition des métaux et leurs alliages**

Ont été étudiés des nouveaux procédés de protections fonctionnelles par électrodéposition de chrome et d'alliage Ni—Zn sur des grandes surfaces profilées. Dans le cas du chromage ont été étudiées la configuration géometrique et l'étandue de la surface anodique qui doit assurer l'uniformité de la distribution des lignes du champ électrique dans les conditions dynamiques de déchargement du chrome vers la cathode et des distances réduites entre les électrodes. Dans le cas des dépositions du nickel actif, du point de vue catalytique, les recherches ont conduit à l'élaboration de la technologie de déposition de l-alliage Ni—Zn qui après la dissolution selective du zinc a présenté une structure specifique avec un réseau de fissures et de canaux qui détermine l'augmentation de la surface de contact sur laquelle se déployent les procès d'électrolyse.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 12, 3 fig., 1 tab., 17 réf. bibl.

CD : 541.13 : 669.586 : 620.197

Bay, Emilia, Harpău, Gabriela : **Déposition d'alliages binaires ayant comme principal élement le zinc de haute résistance à la corrosion dans le climat tropical**

L'article se réfère à la réalisation des dépositions d'alliages à la base de zinc caracterisés par des proprietés anticorrosives supérieures aux recouvrements de zinc, respectivement de cadmium passivisé. On essaye d'optimiser les compositions des électrolytes et les paramètres de travail pour obtenir des alliages de zinc avec les métaux de la groupe du fer (Fe, Co, Ni) avec de l'étain, ainsi que les performances réalisées.

L'article met en évidence les très bons résultats du pont de vue de la résistance à la corrosion obtenus par les recouvrements multicouche (des couches alternatives d'alliage riche en élements d'alliages et pauvre en élements d'alliages).

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 12, 3 tab., 3 réf. bibl.

CD : 621.794 : 621.78

Roman, Liana, Bay, Emilia, Blidariu, Marioara : **Technologies modernes de protection des noeuds en friction assurant une grande résistance à l'usure**

Sont analysés quelques traitements qui vont améliorer l'état tribologique des surfaces métaliques. On envisage en même temps obtenir une importante réduction de métaux nonfereux. Ont été determinées par voie experimentale les performances des dépositions de Sn—Cu avec traitement thermique de diffusion et respectivement des couches obtenus par sulfisation anodique. Ont été delimités les domaines optimes d'applications pour les deux procédes étudiés en ce qui concerne la rentabilité.

Construcția de mașini, 39 (1987) no. 12, 7 fig., 5 réf. bibl.

CD : 620.197

Brînzoi, V., Apăteanu, Liliana : **La corrosion des aciers dans les solutions concentrées d'acide chlorhidrique, dans la présence et l'absence des inhibiteurs organiques**

On a étudié le comportement à la polarisation de l'acier carbon OL 37 et des aciers inoxidables type V 2A et V 4A dans les solutions concentrées de HCl par la méthode potentiostatique. La croissance de la concentration de l'acide chlorhidrique a conduit a l'acceleration du processus de corrosion, respectivement à une croissance accentuée de la densité du courrant de corrosion. Les paramètres cinétiques déterminés des courbes de polarisation de l'acier carbon 01 37 mettent en évidence un mécanisme de dissolution du fer de type LYF. On a étudiée l'inhibition de la corrosion des trois types d'aciers mentionés ici à l'aide de quelques inhibiteurs organiques designés par: I, II et III. L'efficience des inhibiteurs utilisés diminue dans le sens: $E_{inh\ II} > E_{inh\ III} > E_{inh\ I}$ On a déterminé la puissance d'inhibition par la formation sur la surface métallique d'un film d'absorbtion qui protège le métal du milieu agressif.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 12, 6 fig., 6 tab., 10 réf. bibl.

CD : 621.793 : 541.13 : 669.248.6

Radovici, O., Popescu, Belarisa, Iliuță, I.: **L'effet d'inhibition de la corrosion dans la présence des sels d'amonium cuaternaires à radical aliphatique**

On a étudié l'efficience de l'inhibition de la corrosion de l'acier OLC dans HC 1 10% en présence de quelques sels d'amonium cuaternaires qui peuvent être utilisés dans les opérations de décapage chimique et de l'enlevement de la croûte. On a établi la dépendance de la concentration des sels d'amonium cuaternaires de paramètres suivants : le courant de corrosion, la vitesse de corrosion, le dégré de recouvrement et l'efficience d'inhibition de la corrosion. On a utilisé aussi la méthode de la résistance de la polarisation Stern-Geary.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 12, 1 tab., 10 réf. bibl.

CD : 621.793 : 541.13 : 669.248.6

König, Liliana, Dinescu, Maria, Poenaru, V.: **Recherches pour l'assmilation des produits nécessaires à la réalisation des recouvrements protecteur-décoratif**

L'article présente les recherches effectuées pour l'élaboration des technologies de protection fonctionnelles et décoratives, utilisant les électrolytes à grande vitesse de déposition et respectivement avec une consommation énergetique réduite. On présente les resultas obtenus en utilisant des produits réalisés par notre industrie pour la déposition du nickel des électrolytes avec des sulfamates et pour la déposition de l'alliage étain-cobalt.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 12, 4 fig., 2 tab., 7 réf. bibl.

INHALTSVERZEICHNIS

DK : 621.793

Marinescu, Antoaneta: **Realisierungen und Aussichten auf dem Gebet der Technologie und Projektierung der Metallbeschichtungs, Neutralisations und Ruckgewinnungsanlagen**

Es werden die Wichtigsten Realisierungen ICTCM auf dem Gebiet des Oberflächenschutzes über Metallbeschichtungen in den Hauptbereichen des Maschinenbaus; zugleich werden die zukünftigen Beschäftigungen auf dem Gebiet der Technologien und der Anlagen für Metallbeschichtungen, Neutralisation und Rückgewinnung dargestellt.

Constructia de maşini, 39 (1987), Nr. 12, 3 Bild., 1 Taf., 17 Lit.

DK : 541.13 : 669.268 : 669.248.6 : 669.586

Marinescu, Antoaneta, Bay, Emilia, Avram, I. **Schutzüberzüge aus Einzelmetallen und Legierungen durch Elektroabscheidung**

Es wurden neue Verfahren zur Erzielung von Schutzüberzügen aus Cr — und Ni—Zn—Legierung durch Elektroabscheidungen auf grosse und profilierte Oberflächen studiert. Im Fall der Verchromung wurde die geometrische Form un die Grösse der Anodenfläche bestmmt, die die Gleichmässigkeit der Verteilung der Linien des elektrischen Feldes unter den dynamischen kathodischen Cr — Entlade — bedingungen und eines geringen Elektrodenabstandes sichern können. Im Fall der kathalisch aktiven Ni — Abscheidungen wurde die Abscheidungstechnologie der Ni — Zn — Legierund ausgearbeitet, die nach der selektiven Zn — Lösung eine spezifische Gefügestruktur mit Rissen und Rillen aufwies, die zur Vergrösserung der Kontaktfläche, worauf die Elektrolyseprozesse stattfinden, führte.

Constructia de maşini, 39 (1987), Nr. 12, 3 Bild., 1 Taf., 17 Lit.

DK : 541.13 : 669.586 : 620.197

Bay, Emilia, Harpău, Gabriela: **Abscheidung von binären ZN-Legierungen mit hohem Korrosionswiderstand in tropischem Klima**

Der Beitrag bescreibt die Abscheidung von Zn-Legierungen mit hohem Korrosionswiderstand in tropischem klima.

Es werden die Elektrolytezusammensetzungen und die optimalen Arbeitskenngrössen zur Erzielung von Zn — und Eisenmetallegierungen (Fe, Co, Ni) und von Zn — und Sn — Legierungen, sowie ihre Leistlungen dargestellt. Zugleich werden die sehr guten Ergebnisse vom Standpunkt des Korrosionswiderstandes, die bei der Einführung der Mehrschichtüberzuge aus wechselweisen, an Legierungskomponenten reichen und armen Schichten erzielt wurden, dargestellt.

Constructia de maşini, 39 (1987), Nr. 12, 3 Taf., 3 Lit.

DK : 621.794 : 621.78

Roman, Liana, Bay, Emilia, Blidariu, Marioara: **Moderne Schtutechnologien der Friktionseinheiten mit grossem Verschleisswiderstand**

Es wurden mehrere Behandlungsverfahren zwecks Besserung des tribologischen Verhaltens der Metalloberflächen gleichzeitig mit einer bedeutenden Reduzierung des Buntmetallverbrauchs studiert.

Die Leistungen der thermisch Diffusionbehandelten Sn — Cu Abscheidungen und diegenigen der durch anodisches Sulfidieren abgeschiedenen Schichten wurden praktisch erprobt Zugleich wurden die wirtschaftlichsten Anwendungsgebiete beider Verfahren gezeigt.

Constructia de maşini, 39 (1987), Nr. 12, 7 Bild., 5 Lit.

DK : 620.197

Brînzoi, V., Apăteanu, Liliana: **Stahlkorrosion in konzentrierten HCl — Losungen in Anwesenheit und Abwessenheit von organischen Inhibitoren**

Der Beitrag studiert das Verhalten des Kohlenstoffstahls OL 37 und der rostfreien Stahle V2A und V4A bei Polarisation in konzentrierten HCL — Losungün durch die potentiostatische Methode. Die Konzontrationserhöhung der Salzsaure führte zur Aktivation des Korrosionsprozesses, beziungsweise zu einer merklichen Erhöhung der Korrosionsstromdichte. Die von den Polarisationskurven des Kohlenstoffstahls OL 37 bedingten kinetischen Korrosionskenngrössen stellen die Lösung des LYF — Eisens fest.

Die Korrosionsverzögerung der 3Stahlarten wurde mit Hilfe einiger mit I, II und III kennzeichneten Inhibitoren überprüft. Die Wirkung der verwendeten Inhibitoren liess in Richtung: $E_{in\ II} > E_{inh\ III} > E_{inh\ I}$ nach.

Das Verzögerungsvermögen wurde auf die Bildung eines Adsorbtionfilmes zum Schutz des sich in korrodierendem Medium befindlichen Metalls zurückgeführt.

Constructia de maşini, 39 (1987), Nr. 12, 6 Bild., 6 Taf., 10 Lit.

DK : 620.197

Radovici, O., Popescu, Belarisa, Iliuţă, I.: **Die Korrosionsverzgerung in Anwesenheit einiger quaternären Ammoniumsalze mit aliphatischem Radikal**

Es wurde die Korrosionsverzögerung des Stahls OLC in HCl 10% in Anwesenheit einiger quaternären Ammoniumsalze für chemisches Beizen studiert Die Proben stellten die Schwankung folgemder Kenngrössen in Abhängigkeit von der Konzentration der Ammoniumsalze fest: Korrosionsstrom — und Geschwindikeit, Beschichtungsgrad und Effizienz der Korrosionsverzögerung. Die Methode des Polarisierwiderstandes Stern — Geary wurde angewendet.

Constructia de maşini, 39 (1987), Nr. 12, 12 Bild., 1 Taf., 10 Lit.

DK : 621.793 : 541.13 : 669.248.6

König, Liliana, Dinescu, Maria, Poenaru, V.: **Forschungen auf dem Gebiet der Assimilierung von Erzeugnissen zwecks Abscheidung von Zier — Schutzuberzugen**

Der Beitrag stellt die versuche zweks Entwicklung von Technologien für Abscheidung von Zier — Schutzüberzügen aus Elektrolyten hoher Geschwndigkeit und geringen Energiebedarfs dar. Es werden die Ergebnisse der Forschungen auf innlandische Erzeugnisse für Ni — Abscheidung aus Sulfamathaltigen Elektrolyten und für die Zinn—Co—Abscheidung angegeben

Constructia de maşini, 39 (1987), Nr. 12, 4 Bild., 2 Taf., 7 Lit.

DK : 621.793

Gavăt, Rodica, Dumitrescu, M.: **Technologisches Modernisieren der Metallbeschichtungs — Linien**

Das Modernisieren der Metallbeschichtungslinien betrifft die technologische Flexibilität derselben, die Reduzierung des Marerial — und Energieverbrauchs, die Steigerung der Produktivität, die Einführung von automatisierten und kybernetisierten Systemen für Qualitätskontrolle. Es werden einige ICTCM Vorschläge auf dem Gebiet der Typisierung der Techologien, Chemikalien und der Bestandmodule der Linien, der Anwendung von Rückgewinnungs — und Wiederverwendungstechnologien für Material und Energie, der Realisierung von neunen Beschichtungs-technologien mit reduziertem Material, — Energie — und Personal — bedarf, der Einführung der nummerischen Stenerung in die Kontrolle des Fabrikationprizesses und der Erzeugnisse dargestellt.

Constructia de maşini, 39 (1987), Nr. 12, 3 Taf., 5 Lit.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК : 621.793

Маринеску, Антоанета : *Перспективные достижения и ориентировки в технологической и проектной области установок для металлических покрытий, нейтрализации и восстановления*

Представляются основные достижения И.Ч.Т.Ч.М. в области защиты металлическими покрытиями поверхностей сгруппированные по приоритетным объектам отрасли машиностроения; одновременно сделается обзор перспективных забот в области технологий и установок для металлических покрытий, нейтрализаций и восстановления.

Construcţia de maşini, 39 (1987).
н. 12

ДК : 541.13 : 669.268 669.248.6 : 669.586

Маринеску, Антонета, Бай, Емилиа, Аврам, И. : *Функциональные покрытия электроосаждением одного металла и сплавов*

Были исследованы новые способы функциональных покрытий электроосаждением хрома и соответственно Ni-Zn сплава на больших и фасонных поверхностях. В случае хромирования была исследована геометрическая конфигурация и величина поверхности анода, которая обеспечивала равномерность распределения линий электрического пола при динамических разрядных условиях хрома на катоде, и сокращение расстояний между электродами. При осаждений активного никеля с точки зрения каталитически, исследования вели к разработке технологии осаждения Ni-Zn сплава, который после селективного растворения цинка имел специфическую структуру с сетью трещин и каналов, определяющая рост поверхности соприкосновения на которой происходят процессы электролиза.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 12, 3 рис., 1 таб., 17 лит.

ДК : 541.13 : 669.586,: 620.197

Бай, Емилиа, Харпеу, Габриела : *Осаждения бинарных сплавов на основе цинка с повышенной коррозионной стойкостью в тропическом климате*

Статья распространяется на реализацию осаждений сплавов на основе цинка с антикоррозийными свойствами намного выше цинковых покрытий, соответственно пассивированного кадмия. Представляются состав электролитов и оптимальные рабочие параметры для получения цинковых сплавов с металлами из группы железа (Fe, Co, Ni) и с оловом, а также полученные качественные показатели. Также отмечаются очень хорошие результаты с точки зрения коррозийной стойкости, полученные при применени и покрытий многослойной системы, в составе переменных слоев сплава с высоким количеством легирующих элементов и сплава с низким количеством легирующих элементов.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 12, 3 таб., 3 лит.

ДК : 621.794: 621.78

Роман, Лиана, Бай, Емилиа, Блидарью, Марноара : *Современные технологии защиты узлов в трении с повышенной износостойкостью*

Были исследованы отдельные обработки, с целью улучшения трибологического поведения металлических поверхностей, одновременно со значительным уменьшением цветных металлов. Экспериментально были определены качественные показатли Sn-Cu осаждений при термической обработке диффузии, а также слоев, полученных при анодной сульфизации. Точно были определены самые рентабельные области применения обоих исследуемых способов.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 12, 7 рис., 5 лит.

ДК : 620, 197

Брынзой, В., В., Апэтеану, Лилиана : *Коррозия отдельных сталей в концентрированном растворе соляной кислоты в присутствии и отсутствии органических ингибиторов*

Исследовали поведение при поляризации OL 37 углеродистей стали и нержавеющих сталей типа V2 A и V4 A в HCl концентрированном растворе потенциостатическим способом. Повышение концентрации соляной кислоты вело к активации коррозии, а также к усиленному повышению плотности коррозийного тока. Коррозийные кинетические параметры, определенные из кривых поляризации OL 37 углеродистой стали, выявляют механизм раствора железа типа LYF. Замедление коррозии вышеуказанных трех сталей было исследовано с помощью органических ингибиторов, отмеченных нами с I, II и III. Эффективность применяемых ингибиторов снижается : $E_{inh\ II} > E_{inh\ III} > E_{inh\ I}$ Замедлительная мощность была присвоена образованию на поверхности металла адсорбционной пленки, защищающей металла от агрессивной среды.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 12 6 рис., 6 таб., 10 лит.

ДК : 620, 197

Радович, О., Попеску, Белариса, Илнуце, И. : *Ингибиторный эффект коррозии в присутствии отдельных четвертичных систем аммиачны солей с алифатическим радикалом*

Исследовали ингибиторную эффективность коррозии OLC стали в HCl 10% в присутствии отдельных четвертичных систем аммиачных солей, которые можно применять в операциях химического декапирования и снятия корки. Определена вариация с концентрацией четвертичных систем аммиачных солей следующих параметров : коррозийного тока, коррозийной скорости, коэффициента перекрытия и ингибиторную эффективность коррозии. При этом применяли способ сопротивлени полярности Стерн-Джэри.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 12, 1 таб., 10 лит.

ДК : 621.793 : 541.13: 669.248.6

Кениг, Лилиана, Динеску, Мария, Поенару, В. : *Исследования для освоения изделий, необходимых при реализации защитнодекоративных покрытий*

Статья представляет испытания, проводимые с целью разработки технологий для функциональной и декоративной при применении электролитов с большой скоростью осаждения и с пониженным потреблением энергии. Также представляются результаты исследований при применении изделий, производимых в стране, для осаждения никеля из электролитов с сульфаматами и осаждения олево-кобальта сплава.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 12, 4 рис., 2 таб., 7 лит.

ДК : 621.793

Гавэт, Родика, Думитреску, М. : *Технологическая модеркизация линий для металлических покрытий*

Модернизация линий для металлических покрытий имеет в виду их технологическую гибкость, снижение материальных затрат и энергии, повышение производительности труда, автоматизацию и внедрение кибернетики в системах технадзора. Представляется интерес И.Ч.Т.Ч.М. к типизации технологическим веществам и модулям оборудования, внедрению систем рекуперации и повторному использованию материалов и энергии, к осуществлению новых технологий для металлических покрытий со сниженной затратой материалов, энергии и трудоемкости, внедрению вычислительной техники в контроль изготовления продукции.

Construcţia de maşini, 39 (1987),
н. 12, 3 таб., 5 лит.

CZ : 621.35/541.13 : 621.793 : 669.3

Grünwald, E., Willing, A., Harsányi, M., Harsányi, Iulia : **Proprietăţile unui electrolit acid de cuprare cu concentraţie scăzută de metal, la confecţionarea circuitelor imprimate**

Au fost cercetate proprietăţile unui electrolit acid de cuprare cu concentraţie scăzută de metal şi cu proprietăţi îmbunătăţite, utilizat la confecţionarea circuitelor imprimate. S-au studiat puterea de dispersie, influenţa agitării şi a adaosurilor organice, precum şi randamentul de curent în cazul electroliţilor cu conţinut scăzut de metal. Cercetările au condus la elaborarea unui electrolit de cuprare aplicat cu succes la circuitele imprimate.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 6 fig., 3 tab., 7 ref. bibl.

CZ : 621.793 : 541.13 : 620.197

Sachian, A., Blidariu, Marioara, Harpău, Gabriela, Andonianţ, Gh. : **Preocupări privind creşterea rezistenţei la uzură, frecare şi coroziune a protecţiilor metalice realizate chimic şi electrochimic**

Articolul prezintă rezultatele obţinute în cadrul cercetărilor efectuate în scopul elaborării unor tehnologii de vîrf vizînd îmbunătăţirea performantelor funcţionale ale protecţiilor metalice realizate chimic sau electrochimic, rezistente la uzură, frecare şi coroziune. Protecţiile realizate sînt:

a) straturile anodice dure, obţinute din soluţiile de oxidare anodică cu conţinut de bor şi titan ;

b) structuri de pasivare a zincului cu rezistenţă la coroziune superioară în comparaţie cu soluţiile clasice cunoscute.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 5 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 621.793

Dumitrescu, M., Pătraşcu, Rodica, Simionuc, Gabriela : **Preocupări în acţiunea de recuperare a metalelor şi a electroliţilor şi de raţionalizare a consumului de apă la instalaţiile de acoperiri metalice**

În articol sînt prezentate tehnologii şi instalaţii realizate de I.C.T.C.M. pentru recuperarea metalelor preţioase (aur, argint) din apele de spălare de la aurire şi argintărie, pentru recondiţionarea soluţiilor uzate cu conţinut de acid cromic de la cromarea dură şi de la pasivizare, precum şi pentru recuperarea electroliţilor din apele de spălare prin aplicarea unui sistem de spălare multiplă cu un consum redus de apă. Aplicarea industrială a acestor tehnologii conduce la recuperarea şi reintroducerea în circuitul tehnologic a metalelor preţioase (aur, argint) sau deficitare (crom, cupru, nichel, cadmiu), la reducerea consumului de apă, a consumului de substanţe chimice pentru denocivizare şi implicit la micşorarea substanţială a cantităţii de deşeuri poluante rezultate de la instalaţiile de acoperiri metalice.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 3 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 620.197

Neagu, A., Ioniţă, Carmen : **Cercetări privind protecţia anticorozivă a pieselor din oţel supuse prelucrării prin electroeroziune cu electrod filiform**

Articolul se referă la cercetările întreprinse în cadrul I.C.T.C.M. — Bucureşti în vederea stabilirii unui inhibitor de coroziune eficient pentru protecţia anticorozivă a pieselor de oţel prelucrate prin electroeroziune cu electrod filiform. În urma testelor de coroziune efectuate s-a stabilit că inhibitorul de coroziune $P_{620-A-2}$ produs de ICITPR Ploieşti corespunde scopului propus. Sînt prezentate date privind procesul de coroziune, mecanismul de inhibare a coroziunii, principalele caracteristici ale produsului $P_{620-A-2}$ precum şi propuneri privind construcţia şi funcţionarea coloanei cu schimbători de ioni ce echipează maşina de prelucrare prin electroeroziune cu electrod filiform.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 5 fig., 3 tab., 5 ref. bibl.

CZ : 658.516.1 : 621.357

Zaharia, V. : **Modulizarea liniilor de galvanizare**

Se evidenţiază avantajele şi necesitatea tipizării tehnologiilor de acoperiri metalice şi a utilajelor componente precum şi modulizarea liniilor tehnologice de acoperiri metalice. Totodată sînt arătate preocupările I.C.T.C.M. în acest domeniu, precum şi unele detalii cu privire la modul în care au fost concepute tipizarea şi modulizarea.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 2 fig., 5 ref. bibl.

CZ : 658.516.1 : 621.357

Mărăşescu, N. : **Tendinţe moderne în concepţia constructivă a utilajelor de galvanizare şi realizări în acest domeniu**

Referatul tratează problema abordării concepţiei utilajelor de galvanizare din punctul de vedere al considerării acestora ca părţi componente ale sistemului complex care cuprinde: echipamente de încărcare-descărcare, linia de galvanizare propriu-zisă, staţie de neutralizare, staţie de preparare-recirculare-filtrare soluţii, instalaţia de evacuare noxe şi condiţionare aer, instalaţiile de recuperare a energiei.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12

DC : 621.35/541.13

Grünwald, E., Willing, A., Harsányi, M., Harsányi, Iulia : **Properties of copperplating acid electrolyte with low metal concentration used for printed circuits production**

There have been studied the properties of a copperplating acdi electrolyte with low metal concentration and with improved properties used for printed circuits production. There have been studied the dispersive power, the agitation effect and the organical ingredients, as well as the power efficiency in low metal concentration electrolytes.

The researches have lead to the elaboration of a copperplating electrolyte applied successefully for printed circuits.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 6 figs., 3 tabs., 7 bibl. paps.

DC : 621.793 : 541.13 : 620.197

Sachian, A., Blidariu, Marioara, Harpău, Gabriela, Andonianţ, Gh. : **Studies on increasing the wear, friction and corrosion resistance of metal protections, chemicaly and electrochemically achieved**

The paper presents the results obtained by researches carried out to elaborate some peak technologies to improve the functional performances of the metal protections, chemically and electrochemically achieved and with a high resistance in wear, friction and corrosion.

The carried out protections are :

a) the hard anode layers, achieved from anodic oxidation solutions with borine and titanium content;

b) Zn passivity structures with highest corrosion resistance in comparison with the known classical solutions.

Construcţia de maşini, 39 (1987), nr. 12, 5 figs., 5 bibl. paps.

DC : 621.793

Dumitrescu, M., Pătrașcu, Rodica, Simionuc, Gabriela: **Studies on metal and electrolytes recovery and on water consumptions rationalisation for metal protections plants**

The paper presents the technologies and plants carried out by I.C.T.C.M. for precious metal recovery (gold, silver), from golding and silvering washing waters, to renew the lean solutions with chromic acid content from hard — chromium plating and from passivization, as well as to recover the electrolytes from washing waters using a multiple washing system with a reduced water consumptions. The industrial application of these technologies leads to recover and reintroduced the precious or deficient (chromium, copper nickel, cadmium) metals in technological circuit, to reduce the water consumption, the chemical substances consumption for desintoxication and also to seriously decrease the quantity of polluting waste resulted from the metal coating plants.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 12, 3 figs., 5 bibl. paps.

DC : 620.197

Neagu, A., Ioniță, Carmen : **Researches on anticorrosive protection of steel parts processed by electroerosion with filiform electrode**

The paper presents the researches carried out by I.C.T.C.M. — Bucharest to state an efficient corrosion inhibitor for anticorrosive protection of steel parts worked out by filiform electrode electro-erosion. After of corrosion tests were made, it was established that the corrosion inhibitor P 620—A—2 carried out by ICITPR — Ploiești is proper for the proposed aim. There are presented data on the corrosion process, the corrosion inhibitor mechanism, the main characteristics of P 620—A—2 product, as well as proposals on the design and runing ion exchanger unit, which equipes the electro-erosion processing machine with filiform electrode.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 12, 5 figs., 3 tabs., 5 bibl. paps.

DC : 658.516.1 : 621.357

Zaharia, V. : **Electroplating lines modulation**

It is emphasized the advantages and the necessity of the metal coatings technologies typification and of the afferent equipments, as well as the metal coatings technological lines modulation. At the same time, ICTCM is concerned in this field, as well as in some details concerning the way in which the modulation and typification were thought.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 12, 2 figs., 5 bibl. paps.

DC : 658.516.1 : 621.357

Mărășescu, N.: **Modern tendencies in constructive conception of electroplating plants and performances in this field**

The paper reals with the problem of the electroplating plants conception from the point of view to consider these as component parts of the complex system including: loading — unloading equipments, proper electroplating line, neutralization plant, post for preparing — recirculating — filtration for of solutions, toxic substance exhausting and air — conditioning plant, energy recovery plant.

Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 12.

CD : 621.793

Gavăt, Rodica, Dumitrescu, M.: **La modernisaton technologique des lignes de recouvrements métalliques**

La modernisation des lignes de recouvrements métalliques visent leur flexibilité technologique, la réduction des consommations de matériaux et d'énergie, l'accroissement de la productivité du travail, l'automatisation et la cibernetisation des systèmes de contrôle technique de qualité. Sont présentées quelques unes des préoccupations d'I.C.T.C.M. en ce qui concerne:

— la standardisation des technologies, des substances technologiques et d'outillages en système modulaire

— l'introduction des systèmes de récupération et de reutilisation des matériaux et de l'énergie

— la réalisation des nouvelles technologies de recouvrements métalique avec des consommations réduites de matériaux, d'énergie et de main d'oeuvre

— l'introduction des calculateurs pour le contrôle de la production des substances utilisées.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 12, 3 tab., 5 réf. bibl.

CD : 621.35/541.13

Grünwald, E., Willing, A., Harsanyi, M., Harsanyi, Iulia : **Les propriétés d'un électrolyte acide de cuivrage avec concentration réduite de métal à la confection des circuits imprimés**

On a étudie les propriétés d'un electrolyte acide de cuivrage avec concentration réduite de métal et avec des propriétés améliorées utilisé à la confection des circuits imprimés. On a étudié la puissance de dispersion, l'influence de l'agitation et des additions organiques, ainsi que le rendement du courant dans le cas des electrolytes avec concentration réduite de métal. Les recherches ont conduit à l'élaboration d'un électrolyte de cuivrage appliqué avec succès aux circuits imprimés.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 12, 6 fig., 3 tab., 7 réf. bibl.

CD : 621.793 : 541.13 : 620.197

Sachian, A., Blidariu, Marioara, Harpău, Gabriela, Andoniant, Gh. : **Préoccupations pour la croissance de la résistance à l'usure, à la friction et à la corrosion des protections métalliques déposées de manière chimique et électrochimique**

L'article présente les résultats obtenus à la suite des recherches effectuées dans le but de l'élaboration des technologies de performances elevées pour améliorer les protections des métaux par voie chimique ou électrochimique résistentes à l'usure, à la friction et à la corrosion.

Les protections réalisées sont:

â) des couches anodiques dures, obtenues des solutions d'oxydation anodique, qui continnent du bore et du titane.

b) structures de passivation du zinc, resistantes à la corrosion, supérieure aux solutions classiques connues.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 12, 5 fig., 5 réf. bibl.

CD : 621.793

Dumitrescu, M., Pătrașcu, Rodica, Simionuc, Gabriela : **Préoccupations dans le domaine de la récuperation des métaux et des électrolytes. La rationalisation de l'eau aux installations de recouvrements métalliques**

Dans l'article sont présentées les technologies et les installations réalisées par ICTCM pour la récupération des métaux précieux (or, argent) des eaux de lavage. On a en vue le reconditionnement des solutions usées contenant l'acide chromique du chromage dure et la passivation de l'eau. En même temps on envisage la recupération des électrolytes contenus dans les eaux de lavage par l'application d'un système de lavage multiple avec consommation rationnelle de l'eau. L'application industrielle de ces technologies conduit à la récupération et à la reintroduction dans le circuit technologique des métaux précieux (or, argent) ou déficitaires (chrome, cuivre, cadmium-nickel). En même temps on poursuit la réduction de la consommation de l'eau, de la consommation des substances chimiques pou eliminer les toxiques et pour obtenir une réduction importante des déchets poluants résultant à la suite du fonctionnement des installations de recouvrements métalliques.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 12, 3 fig., 5 réf. bibl.

CD : 620.197

Neagu, A., Ioniță, Carmen : **Recherches concernant la protection anticorosive des pièces en acier usinées par électroérosion à fil**

L'article se refère aux recherches effectuées à ICTCM pour établir un inhibiteur de corrosion efficent en ce qui concerne la protection anticorosive des pièces d'acier usinées par la méthode de l'électroérosion à fil. A la suite des recherches effectuées on a etabli que l'inhibiteur de corrosion P 620—A—2 produit par ICITPR Ploiești, correspond au but proposé. On présente des donneés concernant :

— le processus de corrosion ;

— le mécanisme d'inhibition de la corrosion;

— les principaux caracteristiques du produit P 620—A—2;

— des suggestions au sujet de la construction, ainsi que les fonctionnement de la colonne à échangeurs d'ions, qui equipent la machine à électroérosion par fil.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 12, 5 fig., 3 tab., 5 réf. bibl.

CD : 658.516.1 : 621.357

Zaharia, V.: **Lignes le galvanisation en système modulaire**

Dans l'article on met en évidence les avantages et la nécéssité de la standardisation des technologies de recouvrements métalliques et des outillages composants, ainsi que l'application des lignes technologiques en système modulaire pour les recouvrements métalliques. De même l'article nous montre les préoccupations d'I.C.T.C.M. dans ce domaine et quelques détails en ce qui concerne la manière dont a été conçue la standardisation et l'adoption des systèmes modulaires.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 12, 2 fig., 5 réf. bibl.

CD : 658.516.1 : 621.357

Mărășescu, N. **:Les tendances modernes dans le domaine de la conception constructive des outillages de galvanisation et quelques réalisations**

On présente la Conception des outillages de galvanisation comme parties composantes du système complex qui contient:

— des équipements de chargement-déchargement;

— la ligne où on opère la galvanisation;

— la station de neutralisation ;

— la station de préparation-récirculation-filtration des solutions;

— l'installation pour l'élimination des noxes et pour le conditionnement de l'air;

— des instalations de récupération de l'énergie.

Construcția de mașini, 39 (1987), no. 12.

DK : 621.35/541.13

Grünwald, E., Willing, A., Harsányi, M., Harsányi, Iulia : **Eigenschaften eines saueren Verkupferungselekrolyten mit geringer Metallkonzentration zwecks Ausführung der Druckschaltungen**

Es werden die Eigenschaften eines saueren Verkupferungselektrolyten mit geringer Metallkonzentration zwecks Ausführung von Druckschaltungen studiert. Die Streukraft, der Einfluss der organischen Zusatzmittel und der Elektrolytbewegung, sowie die Stromausbeute der Elekrolyte mit geringer Meallkonzentration wurden untersucht. Aufgrund der Forschungen wurde ein Verkupferungs elektrolyt entwickelt der mit Erfolg zur Ausführung der Druckschaltungen gebraucht wird.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 12, 6 Bild., 3 Taf., 7 Lit.

DK : 621.793 : 541.13 : 620.197

Sachian, A., Blidariu, Marioara, Harpău, Gabriela, Andoniant, Gh. **: Erhöhung des Verschleiss, — Reib und Korrosionswiderstendes der chemisch und elektrochemich Abgeschiedenen metalischen Schutzschichten**

Der Beitrag zeigt die Ergebnisse der Forschungen auf dem Gebiet der Ausarbeitung einer Technologie zwecks Erhöhung des Verschleiss, — Reib und Korrosionwiderstandes der chemisch oder elektrochemisch abgeschiedenen metallischen Schutzschichten. Es wurden folgende Schutzschichten erzielt :

a) anodische harte Schichten aus anodischen Oxidationslösungen mit Borund Titangehalt;

b) Passivierstrukturen des Zinks hohen Korrosionswiederstandes gegenubor den bekannten Lösungen.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 12, 5 Bild., 5 Lit.

DK : 621.793

Dumitrescu, M., Pătrașcu, Rodica, Simionuc, Gabriela: **Beiträge zur Metall — und Elektrolyteruckgewinnung und zur Rationalisierung des Wasserbedarfs der Metallabscheidungsanlagen**

Der Beitrag zeigt von ICTCM entwickelte Anlagen und Technologien zwecks Edelmetallerückgewinnung (Silber und Gold) aus den Vergoldungs — und Versilberunswassern, zwecks Wiederherstellung der verbrauchten chromsäurehaltigen Verchromungs — und Passivierlösungen, sowie zwecks Elektrolyterückgewinnung aus Spülwässern durch Anwendung eines mehrfachen Spülens mit niedrigem Wasserverbrauch. Die industrielle Anwendung obiger Technologien führt zur Rückgewinnung und Rückführung der Edelmetalle (Gold, Silber) oder der fehlenden Metalle (Cr, Cu, Ni, Cd) in den technologischen Kreislauf, zur Reduzierung des Wasser — und Chemikalienverbrauchs zwecks Entgiftung und dadurch zur Reduzierung der die Umwelt belästigenden Abfälle von den Metallabscheidungsanlagen.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 12, 3 Bild., 5 Lit.

DK : 620.197

Neagu, A., Ioniță, Carmen : **Forschungen auf dem Gebiet des Korrosionsschutzes der mit Fadenelektrode erodierten Stahlteilen**

Der Beitrag stellt die Forschungen ICTCM — Bukarest zwecks Bestimmung eines wirksamen Korrosionsinhibitors für die mit Fadenelektrode erodierten Stahlteilen dar. Aufgrund der Korrosionsproben wurde festgestellt, dass der Korrosionsinhibit or P620—A—2 von ICITPR — Ploiești das vorgeschlagene Ziel erfüllen kann. Der Korrosionsprozess, der Mechanismus der Korrosionsverzögerung, die wichtigsten Kenngrössen des Erzeugnisses P—620—A—2, sowie Vorschläge zur Konstruction und Fuktionierung der Ionenanstanschersäule als Bestandteil der Elektroerosionsmaschine mit Fadenelektrode werden dargestellt.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 12, 5 Bild., 3 Taf., 5 Lit.

DK : 658.516.1 : 621.357

Zaharia, V. : **Einführung des Baukastensystems auf dem Gebiet der Galvaniesierlinien**

Der Beitrag zeigt die Vorteile der Typisierung der Metallabscheidungstechnologien und der Bestandteile der Linien sowie der Einführung des Baukastensystems auf dem Gebiet der Galvanisierlinien.

Zugleich werden die Beschäftiungen ICTCM auf diesem Gebiet, sowie Einzelheiten auf die Art und Weise wie der Typisierung und Einführung des Baukastensystems konzipiert wurde, dargestellt.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 12, 2 Bild., 5 Lit.

DK : 658.516.1 : 621.357

Mărășescu, N. : **Moderne Tendenzen auf dem Gebiet der Konstruktion der Galvanisieranlagen**

Dem Beitrag liegt die Konzeption zugrunde, der gemäss, die Galvanikeinrichtungen als Bestandteile eines komplexen Systems angesehen werden. Dieses System enthält: — Auflade — Entladeeinrichtungen, die eigentliche Galvanisierlinie. Neutralisierstation, Aufbereitungs, — Rückführungs — und Filterungsstation für Giftstoffe, Klimanlage und für Energierückgewinnung.

Construcția de mașini, 39 (1987), Nr. 12.

ДК : 621.35/541.13

Грюнвалд, Е., Виллинг, А., Харшани, М., Харшани, Юлия : *Свойства кислотного электролита меднения с пониженной концентрацией металла при изготовлении печатных схем*

Были исследованы свойства кислотного электролита меднения с пониженной концентрацией металла и с улучшенными свойствами, применяемого при изготовлении печатных схем. Также исследовали дисперсионную способность, влияние перемешивания и органических примесей, а также кпд тока в случае электролитов с пониженным содержанием металла. Вследствие исследования был разработан электролит меднения, применяемый с успехом для изготовления печатных схем.

Construcția de mașini, 39 (1987),
н. 12, 6 рис., 3 таб., 7 лит.

ДК : 621.793 : 541.13: 620.197

Сакиан, А., Блидарю, Мариоара, Харпэу, Габриела, Андониану, Г. : *Интерес к повышению прочности на износ, истирание и коррозию металлических покрытий, химически и электрохимически полученных*

Статья представляет результаты, достигнутые при выполненных исследований для разработки высших технологий, с целью улучшения функциональных качественных показателей металлических покрытий, полученных химически или электрохимически, прочные на износ, истирание и коррозию. Полученные покрытия следующие :

а) твердые анодные слои, полученные из растворов анодного окисления с содержанием бора и титана :

б) структуры пассивации цинка с повышенной коррозийностойкостью по отношению к известным классическим растворам.

ДК : 621.793

Думитреску, М., Пэтрашку, Родика, Симионук, Габриела : *Интерес к рекуперации металлов, электролитов и рационализации водопотребления на установках для металлических покрытий*

В статье представлены технологии и установки, разработанные И.Ч.Т.Ч.М., для рекуперации драгоценных металлов (золота, серебра) из промывочных вод от золочения и серебрения, для восстановления сработанных растворов с содержанием хромовой кислоты от твердого хромирования и от пассивации, а также для рекуперации электролитов из промывочных вод при применении системы многократной промывки с низким водопотреблением. Промышленное применение данных технологий ведет к рекуперации и внедрение снова в технологический оборот драгоценных металлов (золота, серебра) или дефицитных металлов (хрома, меди, никеля, кадмия), к снижению водопотребления, расхода химикатов для удаления агрессивных факторов и тем самым к существенному уменьшению количества загрязнительных отбросов, полученных от установок для металлических покрытий.

Construcția de mașini, 39 (1987),
н. 12, 3 рис., 5 лит.

ДК : 620.197

Нягу, Н., Ионицэ, Кармен : *Исследования по антикоррозионному покрытию стальных деталей, подвергаемых обработке электроэрозией с нитевидным электродом*

Статья распространяется на исследования, проводимые в рамках И.Ч.Т.Ч.М. — Бухарест, с целью определения коррозийного ингибитора, эффективного для антикоррозионного покрытия и стальных деталей, обработанных электроэрозией с нитевидным электродом. По окончанию испытаний на коррозии определяли, что ингибитор коррозии Р 620-А-2 производства И.Ч.И.Т.П.Р. — Плоешти соответствует заданной цели. Представляются данные о процессе коррозии, механизме задерживания коррозии, об основных характеристиках изделия Р 620-А-2, а также предложения по конструкции и работе колонны с ионнообменниками, с которой оснащается машина для обработки электроэрозией с нитевидным электродом.

Construcția de mașini, 39 (1987),
н. 12, 5 рис., 3 таб., 5 лит.

ДК: 658.516.1 : 621.357

Захария, Валентин : *Линии гальванизации модульной конструкции*

Отмечаются преимущества и необходимость типизации технологий металлических покрытий и составного оборудования, а также модульных технологических линий для металлических покрытий. Одновременно показан интерес И.Ч.Т.Ч.М. к данной области, и отдельные подробности о способе, в котором были задуманы типизация и модульная конструкция.

Construcția de mașini, 39 (1987),
н. 12, 2 рис., 5 лит.

ДК : 658.516.1 : 621.357

Мэрэшеску, Н.: *Современные тенденции в конструктивной концепции оборудования для гальванизации и достижения в данной области*

Доклад трактует вопрос о решении оборудования для гальванизации, с точки зрения его рассмотрения как составные части комплексной системы в составе : погрузочного-разгрузочного оборудования, собственной линии для гальванизации, станции для нейтрализации, станции для приготовления — рециркуляции — фильтрации растворов, установки для выпуска токсических веществ и кондиционирования воздуха, установки для рекуперации энергии.

Construcția de mașini, 39 (1987),
н. 12, 2 рис., 5 лит.

Condiții de prezentare a manuscriselor pentru revista „Construcția de mașini"

1. **Textul** unui articol împreună cu desenele să nu depășească 15 pag. convenționale, de 2000 semne.

2. **Dactilografierea** se execută la 2 rînduri în pag. de 2000 semne, pe hîrtie albă, pe o singură față a filei. Pagina va avea o margine albă de 3 cm lățime în stînga. Formulele se scriu foarte clar, cu semnele matematice și literele conform STAS, suficient de mari, cu tuș.

3. **Desenele** se execută în tuș pe calc, la dimensiuni între formatele A6 și A4. Dacă sînt figuri-foto, acestea nu trebuie să depășească formatul A4 și să fie foarte clare, cu efectele de contrast foarte pronunțate.

4. **Toate figurile și tabelele** care însoțesc articolul trebuie menționate în text. Figurile trebuie să aibe titluri și legende și să fie însoțite de un borderou de figuri dactilografiat pe o pagină separată de textul articolului. Nu se va scrie pe nici o figură titlul și legenda; legătura se face prin numărul lor conform borderoului separat într-un plic adecvat prezentate. În tipografie diferitele elemente ale materialului (text, borderou de figuri, bibliografii, tabele) se prelucrează în secții diferite, de aceea ele trebuie prezentate pe foi separate.

5. **Tabelele trebuie** dactilografiate pe foi separate de text (în text li se va indica doar locul ca și pentru figuri), deoarece au alt regim tipografic.

6. **Bibliografia** trebuie dactilografiată tot pe o pagină separată de text și prezentată conform STAS nr. 6158-60 și anume: Cărți: numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul cărții (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual traducerea în lb. română), numărul ediției în cifre arabe, numărul volumului în cifre romane, locul publicării, pagina la care se trimite sau prima și ultima pagină a fragmentului. **Periodice:** numele autorului, inițiala prenumelui autorului, titlul articolului (dacă este o lucrare străină se va da titlul în original, eventual cu traducerea în lb. română), titlul periodicului precedat de cuvîntul „În", numărul volumului sau anul de apariție (în cifre arabe) numărul de ordine al numărului de periodic, data numărului, pagina citată sau prima și ultima pagină a fragmentului citat sau a articolului întreg, după cum citează, doar o anumită pagină, un fragment, sau un articol în întregime. Cînd lucrarea citată a fost tradusă în lb. română, titlul se scrie în traducere, dar cu mențiunea că lucrarea a fost tradusă și din ce limbă.

7. **Predarea la redacție** a manuscrisului dactilografiat se face în două exemplare, din care un original și o copie. Originalul este însoțit de desenele în tuș pe calc și fotografii cînd este cazul, iar cel de-al doilea exemplar este însoțit de ozalide sau xerocopii alt figurilor în calc sau de al doilea rînd de fotografii, cînd este cazul.

8. Autorul trebuie **să garanteze conținutul științific** al articolului, iar textul prezentat redacției să fie revizuit după dactilografiere, deoarece în timpul fazelor editoriale și tipografice nu îl mai revede, deci nu mai poate interveni în acest text după predarea manuscrisului.

9. Conform regulilor editoriale manuscrisele și figurile — publicate sau nu — nu se mai restituie autorului.

10. Materialele, prezentate conform regulilor de mai sus, se primesc la redacția revistei „Construcția de mașini", la următoarea adresă:

OFICIUL DE INFORMARE DOCUMENTARĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Redacția revistei „Construcția de mașini" Cal. Victoriei 133, Sector 1, clădirea mică, parter, cod 71102 BUCUREȘTI, Oficiul poștal 22, Căsuța poștală 22—125.

11. Orice informație și referință se pot obține la telefoanele: 59.71.35 sau 50.31.30 (direct) și 50.40.90/253 sau 274, redactor șef ing. TEODOSIA OPRESCU, redactor: ȘERBAN TEODORESCU.

12. Materialul va fi însoțit — obligatoriu — de o **adeverință** semnată de conducerea instituției unde activează autorul, specificînd respectarea legilor în vigoare cu privire la păstrarea secretului.

13. Va fi însoțit și de rezumatele lucrării în lb. română, franceză, engleză, rusă și germană.

CZ : 621.793

Realizări și orientări de perspectivă în domeniul tehnologic și de proiectare a instalațiilor de acoperiri metalice, neutralizări și recuperări

Ing. Antoaneta MARINESCU — I.C.T.C.M. — București

Ridicarea continuă a nivelului tehnic al produselor economiei naționale, eliminarea importurilor și respectiv creșterea ponderii exportului în condiții de competitivitate au impus apariția de noi tehnologii de protecție, capabile să asigure materialelor caracteristici tribologice și anticorozive sporite. În acest context, luînd în considerare cerințele mereu crescînde ale industriei naționale, în institutul nostru s-a impus dezvoltarea activității din domeniul acoperirilor de suprafață, activitate care s-a axat, în cei peste 20 ani de existență, pe trei direcții bine definite (cercetare, inginerie tehnologică și proiectare), atît în domeniul acoperirilor metalice cît și în cel al neutralizării și recuperării.

Referindu-ne la realizările de pînă acum, este de menționat faptul că acestea cuprind o gamă largă de obiective cu care se confruntă în special ramura constructoare de mașini și care pot fi concretizate prin următoarele :

1. Durificări ale suprafețelor mari cu configurații geometrice variabile, în scopul creșterii rezistenței la rodaj, uzură, frecare, gripaj și coroziune.

2. Depuneri de metale cu tratamente ulterioare, destinate înlocuirii metalelor deficitare și creșterii rezisenței la coroziune în medii puternic corozive.

3. Tratamente speciale ale depunerilor, sau ale pieselor metalice destinate echipamentelor nuclearo-energetice, navale, aerospațiale, miniere.

4. Tipizarea tehnologiilor cu grad mare de repetabilitate, a liniilor tehnologice, a utilajelor și componentelor specifice acestui domeniu.

5. Recuperarea metalelor din apele reziduale de la liniile de acoperiri metalice, concomitent cu raționalizarea consumului de apă de la liniile sus menționate.

Din prima grupă de obiective s-au realizat:

— cromarea dură a cilindrilor pompelor de extracție (cca 6—8 m lungime ; ∅1,5 . . . 3 țoli);

— cromarea dură a canalelor segmenților de la capul pistonului pentru motoarele diesel navale ;

— cromarea dură urmată de cuprare a segmenților Sulzer ;

— activarea electrozilor folosiți la obținerea H_2 și O_2 (prin electroliza apei), realizată prin depunerea aliajului Ni—Zn cu dizolvarea selectivă a zincului ;

— depuneri de aliaj Sn—Cu, utilizat ca strat superficial antifricțiune, urmate de tratament de difuzie a elementelor de aliere ;

— depuneri de aliaj Sn—Pb, în flux continuu, pe sîrmele de cupru de uz electronic ;

— durificarea aluminiului și aliajelor sale, prin formare de compuși cu bor și titan (ematalizare), cu rezistență remarcabilă la șoc termic, abraziune și respectiv coroziune.

Din cea de a doua grupă, s-au realizat :

— pelicule pasive pe zinc și aliajele sale, cu rezistență mare la coroziune (cca. 250 ore în ceață salină) și cu diverse colorații, pînă la negru intens ;

— pelicule pasive pe aluminiu și aliajele sale, inclusiv cele cu conținut ridicat de siliciu ;

— depuneri în sistemul Bz—Ni duplex-crom microfisurat pe oțel, cu rezistență mare la coroziune.

Din grupa a treia s-au realizat tehnologii de protecție cu performanțe speciale, impuse de documentația AECL pentru echipamente nuclearo-energetice și anume :

— depuneri de Ni—Cd, cu difuzie ulterioară ;

— depuneri de Au și Ag pe oțeluri înalt aliate ;

— prelucrări chimice ale aliajului Zircaloy 2;

— decapări oțeluri înalt aliate ;

— depuneri de nichel gros, cu structură specială.

În ceea ce privește acțiunea de tipizare (grupa a 4-a de obiective), în prezent în țara noastră există o mare varietate de tehnologii și instalații, care folosesc o gamă diversă de substanțe și tipuri de utilaje, iar activitatea de elaborare a tehnologiilor și proiectelor de execuție utilaje este asigurată de circa 5 institute din diferite domenii, ca și de către întreprinderi beneficiare.

Abordarea lucrărilor în acest mod a condus la un consum mare de muncă de concepție, precum și la o diversificare inutilă de tehnologii și tipodimensiuni de utilaje, cu repercusiuni

negative în posibilitatea aplicării și extinderii noilor tehnologii, cu atît mai mult cu cît pînă în prezent în țară nu există o fabricație centralizată, un furnizor profilat, de utilaje de galvanizare.

Ca urmare, în scopul generalizării celor mai bune tehnologii și utilaje, precum și pentru crearea unei concepții unitare în folosirea acestora, în I.C.T.C.M. s-a elaborat studiul tehnic pentru tipizarea tehnologiilor, a liniilor tehnologice, a utilajelor și componentelor specifice acestui domeniu.

În concordanță cu documentația elaborată pentru utilaje și tehnologii, în colaborare cu ICECHIM, s-a realizat studiul tehnic privind tipizarea materialelor tehnologice, folosite curent în practica galvanizării.

În domeniul protejării mediului înconjurător și al recuperării metalelor (grupa a 5-a de obiective), în institut s-au elaborat tehnologii și proiecte de utilaje pentru denocivizarea apelor reziduale, pentru recuperări de metale și regenerări de soluții concentrate.

În legătură cu activitatea de perspectivă aceasta vizează obiectivele prioritare regăsite în principal în cerințele viitoare ale ramurii constructoare de mașini.

Ca urmare, pe lîngă finalizarea, implementarea și extinderea realizărilor noastre de pînă acum, în perspectiva anilor 1987—1990 și în continuare, se vor cerceta și proiecta :

— noi tehnologii și utilaje de mare productivitate care să realizeze depuneri de metale singulare și aliaje înlocuitoare ale metalelor deficitare, performanțe superioare funcționale și de rezistență la coroziune (de exemplu : depunerile de Zn—Ni ca înlocuitor al Cd, Zn cu adaos de Co pentru creșterea rezistenței și a fiabilității depunerilor de Zn, Ni—Cr—Mo ca înlocuitor al oțelurilor speciale, Sn—Co ca înlocuitor al depunerilor de crom și altele) ;

— tehnologii pentru depuneri de metale convenționale utilizînd însă în exclusivitate produse indigene (exemplu : Ni chimic folosind reducători indigeni pentru procese de depunere autocatalitică, substanțe de adaos pentru straturi superficiale folosite în industria electronică, etc.).

În paralel se va urmări introducerea în fluxul tehnologic numai a materialelor și componentelor care răspund în totalitate cerințelor de calitate prevăzute pentru asigurarea și menținerea capabilității proceselor de producție.

De asemenea, se va continua acțiunea de tipizare prin elaborarea proiectelor de execuție în fază unică pentru prototipurile reprezentative, iar după experimentarea și omologarea acestora se va trece la proiectarea de execuție pentru seria tipizată și la definitivarea tehnologiilor tipizate, elaborînd în final nomenclatorul de produse și tehnologii.

În domeniul recuperării metalelor, se vor studia și elabora procedee de denocivizare pentru noile tehnologii de acoperiri metalice, avînd în vedere faptul că electroliții moderni conțin numeroase substanțe organice, care fac inutilizabile procedeele convenționale de neutralizare. Se vor elabora linii și utilaje automate care să asigure o raționalizare a consumului de apă în atelierele de acoperiri metalice.

Se vor cerceta, proiecta și executa noi sisteme de pompe-filtru pentru purificarea electroliților, inclusiv a celor cu concentrații ridicate de substanțe puternic oxidante.

CZ : 541.13 : 669.268 : 669.248.6 : 669.586

Protecții funcționale prin electrodepuneri de metale singulare și aliaje

Ing. Antoaneta **MARINESCU**, dr. ing. Emilia **BAY**, ing. Ion **AVRAM** — I.C.T.C.M. — București

Generalități

Protecțiile cu rol funcțional capătă, în contextul tehnologiilor moderne actuale, o tot mai mare importanță vizînd cu precădere reducerea consumurilor de materiale deficitare și a consumurilor energetice, concomitent cu creșterea fiabilității componentelor protejate.

Din tehnologiile studiate, datorită importanței și eficienței lor deosebite, s-au selectat pentru prezentare următoarele procedee :

1) Durificarea prin cromare a suprafețelor mari și respectiv profilate, la distanțe reduse între electrozi.

2) Protecția prin depuneri de nichel activ din punct de vedere catalitic.

Cromarea dură efectuată la distanțe reduse între electrozi

Particularități tehnologice. Dificultatea în rezolvarea acestei probleme a constat în determinarea unor condiții dinamice de descărcare a cromului la catod, care să compenseze scăderea bruscă a concentrației ionilor de crom hexavalent, crom trivalent și catalizator din stratul pericatodic (datorită distanței foarte mici între electrozi) și micșorarea supratensiunii

de descărcare a hidrogenului, concomitent cu realizarea unei distribuții uniforme a liniilor de curent cu efect direct asupra uniformității grosimii depunerii.

Este cunoscut că factorul principal care determină distribuția cromului pe suprafețele profilate și pe suprafețele cilindrice interioare cu diametre mici este puterea de dispersie a electrolitului [1 . . . 10].

Deoarece dispersia este o caracteristică dependentă de factorii electrochimici, electrici și chimici ai procesului, s-a studiat corelarea acestora, în scopul obținerii unei depuneri cu uniformitate maximă [11 . . . 12].

În acest context, a fost necesară determinarea amplasării, configurației geometrice și suprafeței optime a anozilor, determinarea prin calcul a dispunerii geometrice relative a electrozilor permițînd asigurarea unei repartiții cît mai uniforme a liniilor de curent și prin aceasta o încărcare relativ constantă, din punct de vedere electric, a suprafețelor active ale electrozilor.

În calcule s-a ținut seama de faptul că repartiția curentului într-o celulă de electroliză este influențată în principal de următorii factori :

— geometria electrozilor ;
— polarizarea catodită și anodică ;
— difuzia (transferul de masă) ;
— degajările de gaze (reacțiile secundare de electrod).

În ceea ce privește influența geometriei electrozilor, s-au putut obține informații prin rezolvarea ecuației Laplace pentru diferite configurații de electrozi și anume pentru electrozi plan paraleli și electrozi cilindrici concentrici.

Pe baza soluției acestei ecuații, s-a putut determina curentul în diverse zone ale electrodului, rezultînd o repartiție cvasiuniformă a

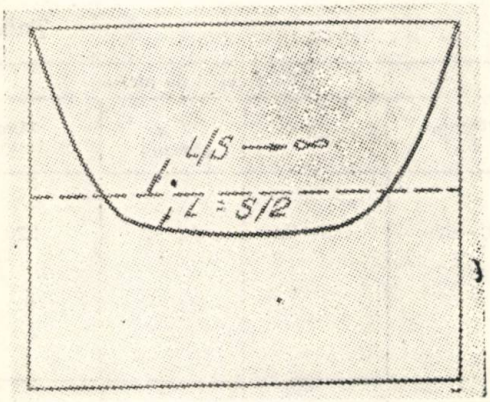


Fig. 1 Reprezentarea distribuției grosimii depunerii pe electrod.

grosimii depunerii pe catod, reprezentată în figura 1.

Din analiza reprezentării din figura 1, rezultă următoarele :

— curba trasată cu linie continuă caracterizează fenomenul de distribuție a grosimii, în cazul real (electrozi cu lungime finită), iar curba punctată descrie distribuția în cazul ideal.

Se observă că în cazul real, distribuția curentului are un aspect eliptic cu efect de margine (depunere preferențială la extremități), această repartiție primară a curentului fiind determinată exclusiv de particularitățile geometrice și cîmpul electric.

Din cele prezentate se desprinde o primă cale de uniformizare a distribuției curentului și anume mărirea raportului L/S, ceea ce se poate realiza practic în anumite cazuri particulare.

În cazul procesului electrolitic de depunere, supratensiunea totală într-un punct oarecare x de pe electrod este exprimată de relația :

$$\eta(x) = V - \varnothing(x)\Big|_{y=0 \text{ sau } S}$$

unde :

V — tensiunea de lucru ;
$\varnothing(x)$ — distribuția potențialului pe electrod.

Dar :

$$\eta = \eta_s + \eta_{conc}$$

unde :

η_s — supratensiunea ;
η_{conc} — polarizația de concentrație, care este o funcție logaritmică de $\frac{c_{sol}}{c_{supr.\,electrod}}$

$$\eta_{conc} = \frac{RT}{ZF} \ln \left[\frac{c_{sol}}{c_{supr}} + t_r \left(1 - \frac{c_{supr}}{c_{sol}} \right) \right]$$

unde :

t_r — numărul de transport al cationului care se depune.

Aceste relații determină distribuția potențialului și, respectiv, a curentului, funcție de concentrația ionilor din soluție și cea de la suprafața electrodului.

Din analiza acestor relații, a reieșit importanța menținerii unei valori cît mai apropiate ale concentrațiilor c_{sol} și c_{supr} pentru uniformitatea distribuției liniilor de curent, care practic se poate realiza prin agitarea electrolitului.

Pornind de la ecuația Laplace a cîmpului electric.

$$\frac{d^2\varnothing}{dx^2} + \frac{d^2\varnothing}{dy^2} = 0$$

unde $\varnothing$ — potențialul și impunîndu-se condițiile limită la $y=0$ și $x>L$ sau $x<L$, rezultă două situații extreme de distribuție a liniilor cîmpului electric, care au condus la ideea că

izolarea parțială a suprafeței active anodice este o altă cale pentru uniformizarea distribuției liniilor cîmpului electric realizată prin diminuarea acesteia, prin sectorizare sau micșorarea lățimii anodului, raporturile ideale fiind de 2/3 ... 4/5.

Realizarea cromării la distanțe reduse între electrozi. Pe baza datelor prezentate mai sus a fost elaborat procedeul de cromare la distanțe reduse între electrozi, în două variante diferite, conform particularităților constructive și funcționale ale componentelor și anume pentru cămășile cilindrilor pompelor de extracție petrol (cu lungimi de 2 ... 6 m și diametre de 30 ... 45 mm) și pentru canalele capului piston al motoarelor Diesel navale lente (cavități circulare înguste și adînci).

Pornindu-se de la datele obținute prin studiul proceselor electrochimice, au fost create în fiecare caz modelele experimentale care au furnizat datele complete de realizare a procedeului.

Concomitent s-a studiat o gamă largă de electroliți de cromare dură și o mare varietate de parametri tehnologici, care asociați regimului dinamic al electrolitului au condus la selectarea variantei tehnologice optime.

Astfel, s-au conceput două dispozitive originale care să transpună condițiile tehnologice stabilite privind cele două procedee de cromare.

Se menționează că ambele procedee prezintă avantaje calitative și economice deosebite.

Astfel depunerile de crom realizate prin aceste procedee au prezentat microstructură fină, duritate 780 ... 1050 $HV_{0.050}$, aderență foarte bună și o uniformitate a grosimii stratului de $\pm 10\%$ în cazul cromării cu anod mobil și $\pm 20\%$ în cazul cromării cu anod rotitor ; ca urmare prelucrările mecanice ulterioare au fost eliminate complet, eliminîndu-se astfel pierderile nerecuperabile de crom care este un material deficitar și scump.

În plus, utilizarea unei surse de curent cu 2/3 ... 4/5 mai mică decît în cazul cromării convenționale, în condițiile păstrării aceluiași randament de curent și aceleiași viteze de depunere, conduce la economii de energie electrică de 200 ... 400%.

Depuneri de nichel activ din punct de vedere catalitic

Cercetările efectuate au avut ca scop realizarea în țară a electrozilor, utilizați la electroliza apei pentru fabricarea H_2 și O_2 de înaltă puritate, cu un consum energetic cît mai redus. S-a urmărit rentabilizarea, din punct de vedere energetic a electrolizorului, realizabilă prin creșterea intensității curentului aplicat celulelor de electroliză concomitent cu creșterea suprafeței de contact pe care se desfășoară procesele de polarizare anodică și respectiv catodică. Utilizarea electrolizilor din punct de vedere catalitic determină scăderea potențialului de electroliză și deci a consumului energetic.

Depunerile realizate pe electrozi în scopul activării acestora trebuie să întrunească mai multe poprietăți specifice și anume să aibă o anumită structură, pentru a preveni difuzia gazelor în stare moleculară sau atomică, să confere protecție la coroziune în mediul alcalin cu o concentrație de 20—30% KOH sau NaOH, să fie apte pentru polarizarea de descărcare a H_2 și O_2, la potențiale cît mai scăzute.

În principiu o astfel de depunere metalică, capabilă de a fi activată, conține două metale codepuse dintre care unul este metalul de bază (nichelul) iar celălalt metalul de aport (zincul), care ulterior este extras prin tratament de dizolvare chimică și electrochimică. Prin acest tra-

Parametrii de depunere și dizolvare selectivă pentru aliajul Ni—Zn

Tabelul 1

Nr. crt.	Compoziția electrolitului		Parametrii de lucru			
	Component	Conc. [g/l]	Temp. [°C]	p^H	D_K [A/dm²]	Timp [min.]
1.	Depunerea aliajului					
	Clorură de nichel	340—350	60—62	3,3—3,5	0,2—2	220
	Clorură de zinc	136—145				
	Acid boric	28— 32				
	Adaos UR	0,1—0,4				
	Adaos tensioactiv	0,05—0,15				
2.	Dizolvare selectivă a zincului					
	— Chimică					
	Hidroxid de sodiu	280—300	70—90	—	—	1200—1400
	— Electrochimică					
	Hidroxid de sodiu	280—300	70—90	—	15—25	840— 960

tament de dizolvare selectivă, depunerea devine poroasă (pori cu deschideri de 0,1...20 μm), astfel încît suprafața sa activă crește foarte mult, ceea ce determină scăderea considerabilă a supratensiunii de descărcare a H_2 și O_2 [13—17].

Date experimentale. Din cercetările efectuate, s-a stabilit că proporția de codepunere a celor două metale (Ni și Zn) sub formă de aliaj este variabilă.

Rezultatele cele mai bune din punct de vedere catalitic s-au obținut cu aliajul avînd un conținut de 30...70% nichel, restul zinc.

Din punct de vedere structural și pentru realizarea unei aderențe perfecte a metalului activ, experimental s-a determinat ca optimă o compoziție diferențiată a aliajului, conținutul de zinc al acestuia crescînd către suprafața depunerii. În acest fel s-a obținut pe suprafața depunerii un număr mai mare de pori care determină îmbunătățirea activității catalitice.

S-a studiat codepunerea nichelului cu zincul în concentrația amintită, concomitent cu realizarea unei structuri specifice columnare (gama), aptă pentru extragerea ulterioară a componentei inactive. Acestei structuri îi corespunde pe suprafață o rețea de fisuri caracteristice, cu canale avînd deschideri uniforme.

Elaborarea tehnologiei de depunere Ni—Zn. Prin experimentări s-a elaborat și corelat compoziția electrolitului de depunere cu parametrii de lucru.

În tabelul 1 sînt redați parametrii tehnologici cu care s-a realizat depunerea aliajului și respectiv dizolvarea selectivă obținîndu-se o structură caracteristică prezentată în figura 2.

Analiza compozițională efectuată la microsonda electronică a scos în evidență distribuția concentrației celor două metale componente ale aliajului, după extragerea selectivă a zincului.

Astfel, la suprafața de contact cu metalul de bază, există un strat de nichel, compact, concentrația zincului fiind foarte mică. După aceas-

Fig. 2, a Microstructura pe suprafață a depunerii de aliaj Ni—Zn.

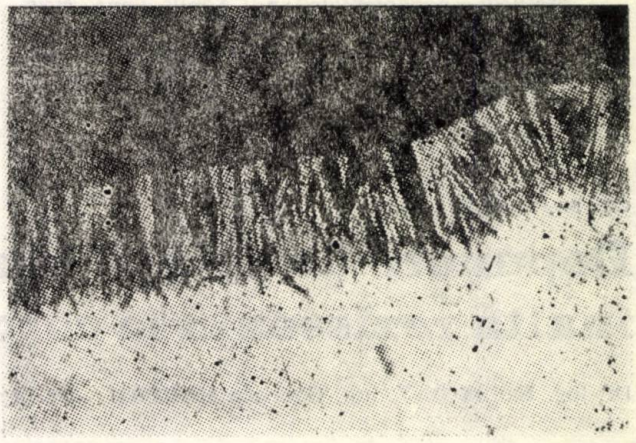


Fig. 2, b Microstructura, în secțiune, a depunerii de aliaj Ni—Zn.

Fig. 3 Curba caracteristică a distribuției concentrației Zn în depunerea de aliaj Ni—Zn.

tă zonă apare un strat slab fisurat cu concentrație maximă în zinc (a, fig. 3), urmat de un strat gros de aliaj la care concentrația în zinc se micșorează foarte mult (b, fig. 3).

Concluzii

Procedeele prezentate au o sferă de aplicabilitate nelimitată, bazele principiale stabilite teoretic și reproduse experimental putînd fi extrapolate și adaptate la orice configurație geometrică și orice tipodimensiuni de suprafețe.

Depunerile de crom realizate prin aplicarea procedeelor prezentate au roluri funcționale bine definite, datorită durității mari și a rezistenței lor remarcabile la uzură, frecare, abraziune și coroziune.

În ceea ce privește depunerile de nichel activ prezentate, structura acestuia, după dizolvarea zincului, asigură o scădere a tensiunii de descompunere a apei (tensiunea de la bornele electrolizorului) cu 1,4...1,8 V, căreia îi corespunde o scădere a consumului energetic de 200...300%.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Bard, A.J., Faulkner, L.R.*: Electrochemical Methods-Fundamentals and Applications, New-York, 1980.

[2] *Bockris, J.O.M., Reddy, A.K.N.*: Modern Electrochemistry, Plenum Press, New-York, 1973.

[3] *Greenwood, I.D.*: Hard Chromium Plating, 2-nd ed., Robert Drape Ltd, Teddington, 1971.

[4] *Morisset, P.*: Chromage dur et decoratif, C. Information, 1970.

[5] *Scorcelletti, V.V.*: Teoreticeskaia electrochimia, Himia, Leningrad, 1974.

[6] *Thirsk, H.R., Harrison, J.A.*: Guide to the Study of Electrods Kinetics, Academic Press, London-New-York, 1972.

[7] *Weiner, R.*: Die Galvanische Verchromung, Eugen G. Leuze Verlag, Saulgau — Württ, 1974.

[8] *Wilmotte, R., Benezech, J.*: Practique et theorie des traitements de surface, vol. I, B.P.I., Paris, 1975.

[9] x x x: Canning Handbook on Electroplating, W. Canning et co Ltd. Birmingham, 1974.

[10] x x x: Metal Finishing Guidebook, Metals and Plastics Publ. Inc. New-York, 1981.

[11] *Boisrane, J.P., Fuvelle, C., ș.a.*: Chromage electrolytique en circulation — Machine outil, nr. 388, 1981.

[12] *Bennighoff, H.*: Fortschritte der Verchromungstechnik, Metaloberfläche 40 (1986), 9.

[13] x x x: Davy Bamag Water Electrolyzers 30 (1986), 7.

[14] *Nayar, M.G.*: Int. J. Hydrogen Energy, nr. 1, 1980.

[15] *Brenner, A.*: Electrodeposition of alloys, Pergamon Press, New-York, 1973.

[16] *Imarision, G.*: Int. J. Hydrogen Energy, nr. 4, 1981.

[17] *Ragunathan, P., Mitra, S.K., Nayar, M.G.*: Int. J. Hydrogen Energy, nr. 5, 1981.

CZ: 541.13 : 669.586 : 620.197

Depuneri de aliaje binare pe bază de zinc, cu înaltă rezistență la coroziune în climat tropical

Dr. ing. Emilia **BAY**, ing. Gabriela **HARPĂU** — I.C.T.C.M. — București

Introducere

Realizarea unor tehnologii de protecție anticorozivă și funcțională prin acoperiri metalice, nepoluante și competitive din punct de vedere economic, este unul din dezideratele primordiale ale galvanotehnicii moderne.

Pornind de la aceste criterii, în ultimii ani pe plan mondial au fost înlocuite total unele tehnologii ca de exemplu zincarea din electroliți cianurici, cadmierea ș.a., cu tehnologii moderne cu performanțe calitative și ecologice speciale impuse de condițiile actuale existente.

Din gama acestora o evoluție deosebită o au protecțiile prin depuneri de aliaje de zinc.

Date privind principiile de protecție ale depunerilor de aliaje de zinc

Din studiile efectuate privind capacitatea de protecție a aliajelor de zinc, a reieșit importanța abordării cu prioritate a aliajelor binare ale zincului cu metalele din grupa fierului și staniului.

Codepunerea zincului cu metalele grupei a 8-a sau cu staniul, din electroliți necianurici, face parte din clasa codepunerilor anormale, metalul mai puțin nobil (Zn) avînd tendința a se depune preferențial.

Studiul fenomenelor implicate de procesul de polarizație catodică, în aceste cazuri, a pus în evidență o influență de frînare a depunerii metalelor de aliere, datorată zincului care se depune concomitent.

Prin acest proces este posibilă obținerea, în diverse condiții de electroliză, a unor aliaje cu diverse compoziții și structuri ceea ce corespunde unor proprietăți specifice foarte variate.

Studiul corelației între structură și performanțele acoperirii, în special privind rezistența la coroziune, a condus la obținerea de date care permit dirijarea procesului de electroliză în sensul formării unei structuri adecvate.

Datorită faptului că aceste aliaje se pot depune atît cu structură columnară, cît și lamelară, care pot fi constituite din faze unice

compacte, cît și din amestecuri de faze, majoritatea fiind alcătuite din formațiuni dendritice, în cadrul experimentărilor, s-a urmărit obținerea unor depuneri monofazice cu structură compactă și lamelară.

Studiul aliajelor pe bază de zinc, sub aspectul creșterii rezistenței la coroziune a zincului depus electrolitic, prin aliere, poate fi considerat complet prin abordarea în paralel și a proceselor de pasivare finală a depunerilor de aliaje realizate.

Experimentări

În cadrul experimentărilor efectuate s-a urmărit stabilirea compoziței și parametrilor electroliților de depunere a aliajelor cu înaltă rezistență la coroziune, precum și a soluțiilor de pasivare cu cea mai înaltă eficiență.

În conformitate cu datele teoretice de la care s-a pornit, s-au studiat în laborator electroliții și condițiile de depunere a aliajelor binare ale zincului cu nichelul, fierul, cobaltul și staniul (tab. 1); în paralel s-a experimentat și pasivarea acestora, utilizînd soluțiile prezentate în tabelul 2.

Acoperirile cu aliaje au fost efectuate în două variante, și anume în strat singular de aliaj cu compoziție uniformă și în sistemul multistrat (straturi succesive mai bogate și mai sărace în element de aliere pînă la conținut de zinc de 100%), unde s-a urmărit o alternare logică a valorilor potențialelor straturilor, în așa fel încît să se combine caracteristicile proprii de rezistență la coroziune a acestora cu avantajele create de existența unor diferențe de potențial dirijate prin însăși structura depunerii.

Electroliți pentru depunerea aliajelor de zinc

Tabelul 1

Nr. crt.	Acoperire	Compoziție electrolit		Parametri de lucru		
		Component	Conc. [g/l]	D_K [A/dm²]	Temp. [°C]	pH
1.	Aliaj Zn—Ni	Sulfat de zinc	50—100	2—4	18—25	slab acid
		Sulfat de nichel	15—45			
		Clorură de potasiu	100—200			
		Adaos T_1	15—30			
		Adaos C_1	5—15			
		Sulfat de zinc	100—200	2—4	18—30	slab acid
		Clorură de nichel	100—200			
		Sulfat de amoniu	5—10			
		Adaos T_2	10—30			
		Adaos C_2	20—30			
		Clorură de zinc	50—100	1—4	18—30	slab acid
		Clorură de nichel	100—180			
		Clorură de amoniu	100—200			
		Adaos T_3	5—10			
		Adaos C_3	15—20			
2.	Aliaj Zn—Fe	Clorură de fier	120—150	2—4	18—30	slab acid
		Clorură de zinc	15—30			
		Clorură de potasiu	25—50			
		Adaos T_4	50—80			
		Adaos C_4	15—30			
3.	Aliaj Zn—Co	Sulfat de zinc	50—100	1—3	18—30	acid
		Clorură de cobalt	50—150			
		Adaos T_5	20—70			
		Adaos C_5	5—50			
4.	Aliaj Zn—Sn	Stanat de sodiu	50—100	1—3	70	alcalin
		Carbonat de zinc	0,5—10			
		Adaos C_6	10—25			

Soluții de pasivare pentru depuneri de aliaje de zinc

Tabelul 2

Nr. crt.	Natura soluției	Compoziția soluției		Parametrii de lucru		
		Component	Conc. [g/l]	Temp. [°C]	Timp [sec.]	pH
1.	Soluție pasivare galben irizat	Bicromat de sodiu	10—25	18—25	15—30 sec.	acid
		Acid boric	1—5			
		Sulfat de sodiu	1,5—5			
		Sulfat de magneziu	1,0—10			
		Adaos RC_1	0,5—5,0			
		Adaos RC_2	5—20 cm^3/l			
2.	Soluție pasivare oliv	Anhidridă cromică	10—50	18—25	60—120 sec.	acid
		Acetat de sodiu	15—75			
		Adaos RC_3	10—100			
		Adaos RC_4	5—50 cm^3/l			

În cazul acoperirilor multistrat, s-a păstrat la toate aliajele proporția egală a grosimilor totale ale straturilor componente (grosimea parțială a acestora a fost de 2 . . . 4 μ m).

Teste efectuate

Epruvetele din oțel carbon, avînd dimensiunile de 50×50×2 mm, după acoperire, au fost supuse testelor calitative în scopul determinării :

— grosimii pe secțiuni transversale prin strat, prin metoda microscopică ;

— structurii, prin studiul la microscopul metalografic și prin difracție cu raze X al șlifurilor transversale prin acoperire ;

— compoziției cantitative a elementelor de aliere cu ajutorul microsondei electronice ;

— rezistenței la coroziune prin teste comparative accelerate în mediu de ceață salină.

Depunerile obținute cu electroliții selectați au prezentat structură compactă lamelară sau cvasilamelară, care a fost pusă în evidență microscopic.

Analiza prin difracție cu raze X a relevat în toate cazurile existența unei faze unice pentru aceste depuneri.

Celelalte performanțe ale acoperirilor realizate în condițiile conform tabelului 1 și respectiv 2 sînt prezentate sintetic în tabelul 3.

Selectarea rezultatelor

Studiul comparativ al aliajelor binare de zinc, în scopul elaborării unor tehnologii moderne de depuneri cu înaltă rezistență la coroziune în climat tropical și eficiente din punct de vedere economic, a condus la selectarea unor soluții tehnice noi, rezumate după cum urmează.

Prin alierea dirijată a zincului cu metalele din grupa fierului sau cu staniul, se realizează o creștere însemnată a rezistenței la coroziune a acestuia.

Rezultatele cele mai spectaculoase (rezistență la unele aliaje peste 290 ore la expunerea în ceață salină) au fost obținute prin practicarea acoperirilor în sistem multistrat, constituit din straturi alternative de aliaj bogat în elemente de aliere (nedepășind 15%) și aliaj mai sărac în elemente de aliere (pînă la valoarea 0% a acestuia), prin care s-au diferențiat potențialele de electrod în sistemul format.

Sistemul a fost avantajat de inițierea depunerii prin acoperirea cu aliajul avînd potențialul cel mai electropozitiv și încheierea procesului prin depunerea aliajului cu potențialul cel mai electronegativ, căruia i s-a aplicat final un tratament de protecție suplimentară prin formare de pelicule pasive complexe pe bază de cromați.

Rezultatele obținute cu aliajele cu conținut scăzut în elemente de aliere au fost similare cu cele obținute prin depunerea intermediară a unor straturi de zinc pur de aceeași grosime (2 . . . 4 μ m).

Dintre aliajele depuse, la care grosimea stratului a fost identică cu aceea a depunerilor de zinc destinate a fi exploatate în condiții severe de coroziune (inclusiv la straturile alternative unde grosimea totală a celor două componente a fost de 50% și 50%), cel mai bine, peste 290 ore, au rezistat la coroziune aliajele multistrat ale zincului cu nichelul în proporție de 5 . . . 6% și 10 . . . 13% (conținut în nichel pentru stratul bogat în element de aliere) și cele de zinc-cobalt cu 7 . . . 8% Co, care au fost net superioare depunerilor de cadmiu și zinc pasivat.

Performanțele depunerilor de aliaje de zinc
(date stabilite comparativ cu depunerile de zinc și cadmiu pasivate)

Tabelul 3

Depunerea	Grosime [μm]	% element de aliere	Rezistență la coroziune, ore (Test accelerat ceață-salină)
Cd cianuric pasivat galben	12—13	—	200
Zn acid pasivat galben	20—24	—	200
Zn acid pasivat oliv	20—24	—	240
Zn—Fe normal	20—24	5—7	170
Zn—Fe alternat cu Zn	20—24	5—7	240
Zn—Ni normal	20—24	5—6	180
Zn—Ni alternat cu Zn	20—24	5—6	290
Zn—Ni normal	20—24	10—13	180
Zn—Ni alternat cu Zn	20—24	10—13	290
Zn—Co normal	20—24	7—8	200
Zn—Co alternat cu Zn	20—24	7—8	290
Zn—Sn normal	20—24	25—30	110
Zn—Sn alternat cu Zn	20—24	25—30	240

Peste limita de rezistență la coroziune a depunerilor de cadmiu și zinc pasivat clasic și comparabil cu rezistența la coroziune a zincului pasivat oliv sau negru, au rezistat — de asemenea — aliajele multistrat ale zincului cu fierul și staniul.

Concluzii

Experimentările efectuate au avut drept scop stabilirea condițiilor de depunere a aliajelor zincului cu metalele din grupa fierului și cu staniul în sistem multistrat, cu destinație specială pentru industria aeronautică, navală și nucleară.

Dintre aliajele studiate, cele mai bune rezultate s-au obținut cu aliajele de Zn—Ni și Zn—Co (tabel 1 și 2) care au o rezistență la coroziune de circa 3 ori mai mare decît cea a depunerilor clasice de zinc și cadmiu, corespunzătoare cerințelor speciale de exploatare pentru care sînt destinate.

În concluzie, se apreciază că datele obținute în cadrul experimentărilor de laborator efectuate, după definitivare, pot fi aplicate industrial, în special pentru condiții complexe de solicitări.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Brenner, A.:* Electrodeposition of alloys Pergamon Press, New-York, 1963.

[2] *Lowenheim, F.A.:* Modern Electroplating Wiley-Interscience Publication, 1974.

[3] x x x : Brevete : 2.377.450/1978 — Franța ; 4.425.198/1984 — S.U.A ; 1.071.688 A/1984 — U.R.S.S. ; 234.692 A1/1985 — R.D.G. ; 2.409.327/1978 — Franța ; 4.347.107/1982 — S.U.A. ; 2.406.676/1978 — Franța.

CZ : 621.794 : 621.78

Tehnologii moderne de protecție a ansamblurilor în frecare cu rezistență mare la uzură

Ing. Liana **ROMAN**, dr. ing. Emilia **BAY**, ing. Marioara **BLIDARIU** — I.C.T.C.M. — București

Introducere

Fenomenele de uzură și gripare ce apar în funcționarea cuplelor de frecare sînt exclusiv fenomene de suprafață. Acest fapt a determinat utilizarea unui număr mare de tratamente de suprafață avînd ca scop obținerea de straturi superficiale subțiri cu proprietăți îmbunătățite în funcționare.

În țările dezvoltate există o preocupare largă pentru aplicarea de tratamente superficiale chimice sau electrochimice care să îmbunătățească comportarea suprafețelor metalice în frecare, concomitent cu reducerea substanțială a consumului de metale deficitare.

Astfel, au fost cercetate și aplicate o serie de procedee de electrodepunere de aliaje binare și ternare pentru cuzineți sau alte elemente de frecare.

De asemenea, o largă dezvoltare au avut-o tratamentele complexe — acoperire electrochimică — difuzie termică sau acoperire chimică — difuzie termică. Ca exemple pot fi citate procedeele FOREZ (depuneri de aliaj Cu—Sn tratate termic), STANAL (depuneri de Sn tratate termic pentru formarea de compuși intermetalici) ZINAL (depuneri de zinc pe aluminiu), depuneri de nichel chimic tratate termic în vederea îmbunătățirii caracteristicilor tehnice, etc.

Prin aceste procedee se realizează o serie de compuși intermetalici care au proprietăți deosebite față de componentele singulare și anume:

— duritatea este mai mare decît a elementelor componente ;

— capacitatea de a rezista la deformații mari fără să fisureze (în cazul compușilor pe bază de cupru și staniu) ;

— rezistență la coroziune superioară, în special în medii saline (exemplu : compușii pe bază de fier și staniu);

— aderența la metalul suport foarte bună.

În cadrul laboratorului de acoperiri metalice al I.C.T.C.M. au existat preocupări în acest domeniu fiind cercetate și elaborate o serie de tehnologii de depuneri metalice chimice sau electrochimice ca : depuneri de straturi superficiale de bronz, cu sau fără tratament de difuzie, de straturi superficiale de sulfuri metalice cu proprietăți excelente de rezistență la gripare, depuneri autocatalitice de nichel-fosfor și nichel-bor etc.

Dintre acestea, o deosebită importanță pentru industria construcțiilor de mașini o prezintă depunerile electrochimice de aliaj Cu—Sn cu tratament termic ulterior și straturile superficiale de sulfuri de fier realizate prin electroliză anodică.

Tehnologia de realizare a aliajelor Cu—Sn prin depunere electrochimică urmată de difuzie termică

Prin această tehnologie se realizează straturi superficiale de bronz cu caracteristici de rezistență la uzură și gripaj superioare bronzului metalurgic cu conținut de 14% Sn.

Depunerea aliajului Cu—Sn se realizează dintr-un electrolit format din cianură de cupru,

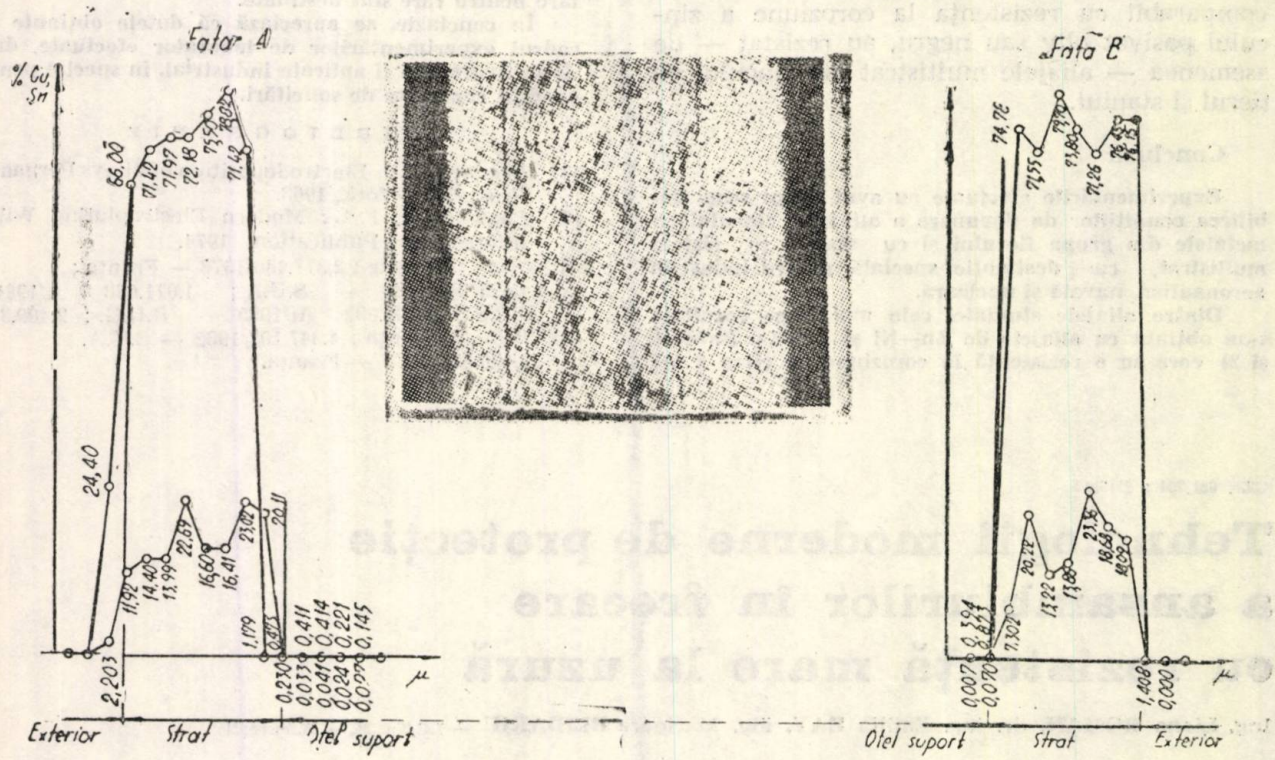


Fig. 1 Microstructura stratului de bronz pe cele două suprafețe active ale unui sabot de uzură din oțel carbon și profilul de concentrație în Sn și Cu în secțiunea transversală a aliajului (mărire 500).

cianură de potasiu, stanat de sodiu, la temperatura de 60 . . . 65°C, cu o densitate de curent de 4 A/dm^2. În aceste condiții viteza de depunere este de circa 0,5 . . . 0,6 μm/min.

După electrodepunere piesele acoperite se supun unui tratament termic de difuzie la temperatura de 550 . . . 600°C, timp de 3 . . . 4 ore, în cuptor cu atmosferă controlată sau în cuptor cu vid.

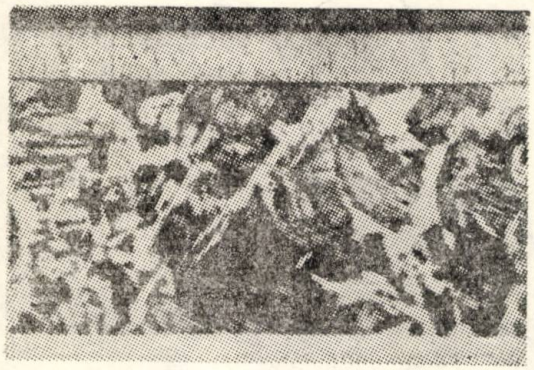
Caracteristicile tehnice ale stratului de aliaj Cu—Sn realizat sînt prezentate în continuare.

Compoziția. Compoziția aliajului Cu—Sn variază în funcție de condițiile de electroliză, factorul determinant fiind raportul între concentrația electrolitului în cianură liberă și hidroxidul de potasiu.

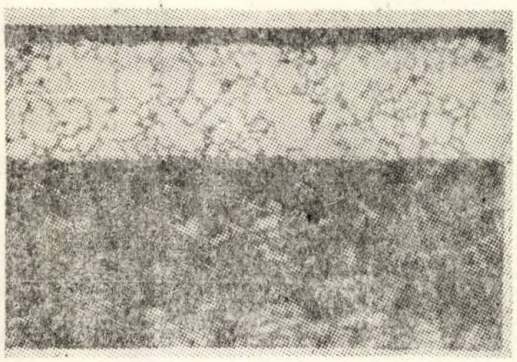
Conținutul în elementele de aliere care conferă proprietățile cele mai bune de rezistență la uzură și gripaj este : 17—22% Sn și 78—83% Cu.

Alegerea compoziției optime a aliajului s-a făcut pe baza determinării procentului de elemente de aliere cu ajutorul microsondei electronice, corelată cu comportarea la probele tribologice a epruvetelor acoperite.

În figura 1 este prezentat profilul concentrației elementelor din aliaj în secțiunea transversală a unor probe de uzură, paralel cu structura depunerii.



a



b

Fig. 2 a) Structura aliajului de Cu—Sn depus electrochimic (mărire 200).
b) Structura aliajului de Cu—Sn depus electrochimic și tratat termic (mărire 500).

Structura. Tratamentul termic de difuzie modifică structura aliajului electrodepus prin precipitarea fazei α, bogată în cupru, cu duritate mică (170 HV) și a compusului intermetalic β, cu conținut ridicat de staniu (cu duritatea 550 HV).

În figura 2 sînt prezentate comparativ structurile aliajului electrodepus netratat și aliajului tratat termic pentru difuzie.

Stratul de aliaj electrodepus și tratat termic are o structură fină și foarte uniformă.

Duritatea. Duritatea stratului electrodepus cu compoziția indicată are valori cuprinse în domeniul 350 . . . 400 HV.

Grosimea depunerii variază de la 20 la 150 μm, funcție de condițiile de exploatare pentru care se aplică electrodepunerea.

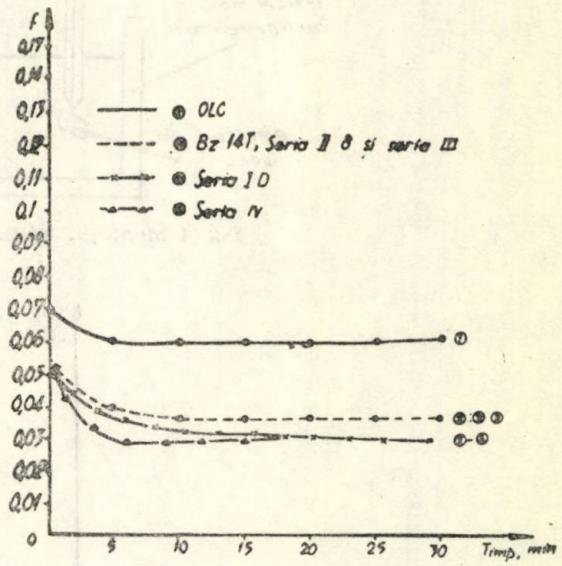


Fig. 3 Evoluția în timp a coeficientului de frecare pentru saboți de uzură.
1 — saboți din O.L.C. ; 2 — saboți din Bz 14 T, saboți din O.L.C. cu strat superficial de aliaj Cu-Sn ; 3 ; 4 — saboți din O.L.C. cu strat superficial de aliaj Cu-Sn.

Performanțele procedeului. În figura 3 sînt prezentate comparativ valori ale coeficienților de frecare pentru probe încercate la uzură, confecționate din oțel carbon, bronz Bz 14 T și oțel carbon acoperit cu strat superficial de aliaj Cu—Sn.

Se constată că valorile coeficientului de frecare pentru aliajul electrodepus sînt comparabile sau mai mici decît ale bronzului metalurgic cu 14% Sn.

Domenii de aplicare. Aplicarea procedeului prezentat face posibilă realizarea pe suprafața pieselor din oțel carbon a unor straturi superficiale de bronz cu caracteristici de antifricțiune comparabile cu ale bronzului convențional.

Procedeul poate fi utilizat la toate oţelurile şi fontele care suportă, fără riscul modificării caracteristicilor mecanice, un tratament termic la temp. de 550 . . . 600°C.

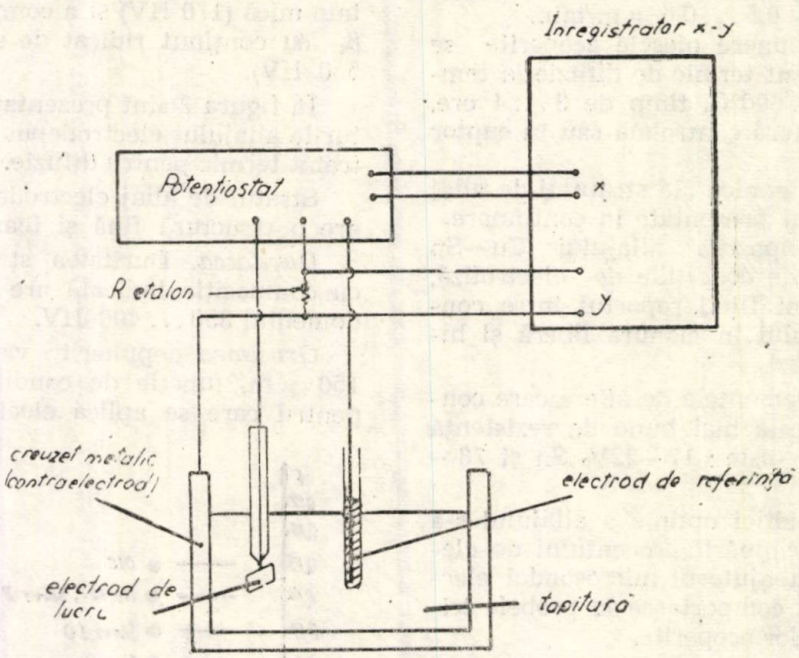


Fig. 4 Montajul utilizat pentru voltametria ciclică.

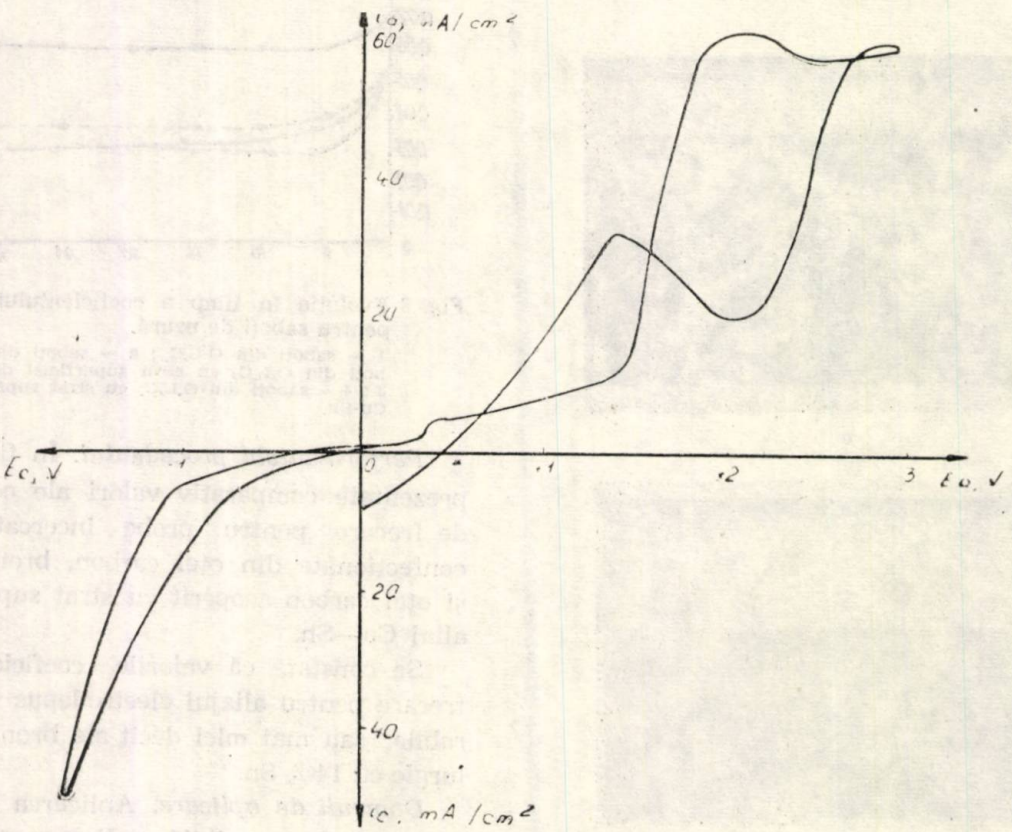


Fig. 5 Curbă de voltametrie ciclică pe electrozi din oţel.
— electrolit Na S C N-K S C N-Na_2S ;
v = 10 mV/S ;
t = 160°C

Prin acest procedeu se pot realiza lagăre, bucșe, angrenaje pentru motoreductoare, pistoane hidraulice, etc.

Tehnologia de realizare a tratamentului termochimic de sulfizare anodică

Procedeul este un tratament de suprafață realizat prin electroliză anodică într-o baie de săruri topite, prin care se obține un strat superficial de sulfură de fier cu proprietăți excelente de rezistență la gripare.

Procedeul constă în efectuarea unui proces de anodizare a pieselor din oțel sau fontă, într-o topitură pe bază de sulfocianură de sodiu, sulfocianură de potasiu și sulfură de sodiu, la temperatura de 180°C și densitatea de curent de 5 ... 5,5 A/dm^2. Viteza de formare a stratului este de 0,5 ... 0,65 μm/min. În timpul electrolizei se execută o agitare a masei de topitură prin introducere de gaz inert în scopul uniformizării compoziției.

Studiul procesului de sulfizare anodică, în vederea optimizării condițiilor de obținere a stratului superficial, s-a efectuat prin metoda voltametriei ciclice cu montajul prezentat în figura 4.

Curbele de variație a potențialului de electrod, ridicate pe electrozi de oțel și platină (fig. 5), au furnizat date asupra naturii procesului ce se desfășoară pe electrozi la diverse valori de potențial permițînd alegerea parametrilor optimi de lucru.

Caracteristici tehnice ale stratului superficial de sulfură de fier. Grosimea stratului este de 7 ... 10 μm, acesta fiind total inclus în metalul de bază.

Piesele tratate prezintă o rezistență mare la gripare și uzură, o scădere a coeficientului de frecare, o creștere a sarcinii limită la rupere a filmului de ulei de pînă la 3 ori și o ameliorare a condițiilor de rodaj.

Microstructura stratului obținut prin sulfizare anodică pe epruvete din diverse oțeluri este prezentată în figura 6.

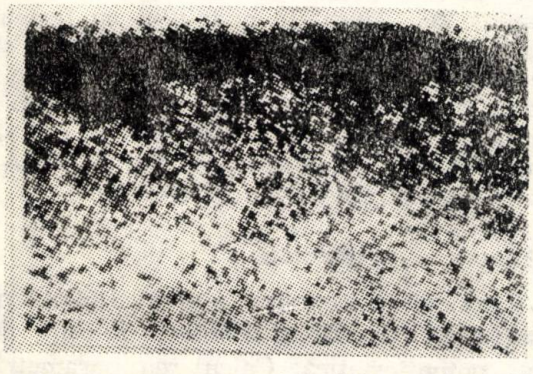
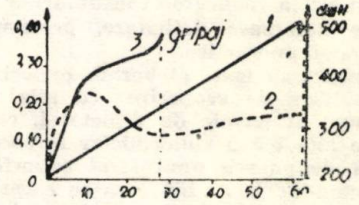
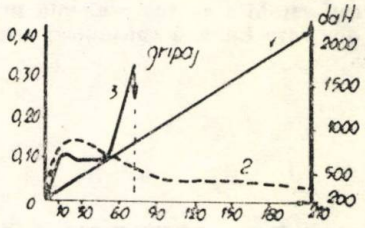


Fig 6 Microstructura stratului obținut prin sulfizare anodică.

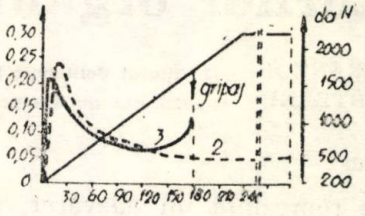
Performanțele procedeului. În figura 7 sînt prezentate comparativ curbe de frecare în diverse condiții (frecare fără lubrifiere, cu ulei de vaselină și cu ulei de motor) pentru epruvete



Curba de frecare uscată



Curbă de frecare în ulei de vaselină



Curbă de frecare în ulei de motor

Legendă:

1 Sarcina mașinii

2 Performanțele epruvetelor SULF BT

3 Performanțele epruvetelor netratate

Fig. 7 Curbe de frecare în diverse medii ridicate cu epruvete din oțel carbon sulfizate anodic.

tratate prin sulfizare anodică și netratate. Se constată o scădere accentuată a coeficientului de frecare, precum și o prelungire a duratei de funcționare fără gripare.

Domenii de aplicare. Procedul se poate aplica pentru piese din oțel și fontă călite superficial, oțeluri cu structură bainitică, unele oțeluri rapide și de scule etc.

Nu se aplică oțelurilor inoxidabile și oțelurilor cu conținut de Crom mai mare de 12%.

Concluzii

Studiile efectuate în scopul îmbunătățirii comportării tribologice a suprafețelor metalice supuse eforturilor de frecare și uzură au condus la elaborarea unor procedee de protecție prin tratament electrochimic, care conduc la reducerea consumurilor de materiale metalice neferoase deficitare, precum și la importante economii energetice.

În acest context au fost elaborate, experimentate și aplicate tehnologia de acoperire cu aliaj Cu—Sn urmat de tratament termic de difuzie și, respectiv, cea de sulfizare anodică a materialelor feroase.

Astfel, prin depunerea unui strat superficial de bronz cu grosimea de 20...150 μm cu caracteristici de rezistență la uzură și gripaj superioare bronzului metalurgic cu conținut de 14% Sn, este posibilă înlocuirea pieselor din bronz masiv cu piese din oțel carbon având aceleași performanțe.

De asemenea, tratamentul anodic în topituri pe bază de sulfocianuri conduce la o creștere a rezistenței la uzură comparabilă cu cea realizată prin procedeele clasice, dar care implică consumuri energetice mult mai reduse.

Se menționează că la performanțele deosebite de ordin calitativ și economic ale procedeelor elaborate se adaugă utilizarea în exclusivitate a materialelor tehnologice românești.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Brenner, A.*: Electrodeposition of Alloys, vol. I, 1963.

[2] *Cirellet R., Crozet, M.*: Traitement de surface pour bronzer les pièces en acier devant résister à l'usure et accommoder. In „2-mes journées d'étude sur des traitments de surface contre l'usure" — organizat de Centre Stéphanois de Recherches Mecanique, Hydromécanique et Frottement 1971, Metaux, p. 13.

[3] *Lowenheim, F. A.*: Electroplating — Fundamentals of Surface Finishing, 1978.

[4] *Bunshah, R.F.*: Deposition technologies for films and coatings, 1982.

[5] *Murphy, Y.A.*: Surface preparation and finishes for metals, 1971.

CZ : 620.197

Coroziunea unor oțeluri în soluții concentrate de acid clorhidric, în prezența și absența inhibitorilor organici

As. dr. Viorel **BRÂNZOI** — Institutul Politehnic București

Ing. Liliana **APĂTEANU** — Institutul de Energetică Chimică și Biochimică București

Introducere

Coroziunea reprezintă un adevărat flagel pentru instalațiile și utilajele din toate sectoarele industriei, provocînd scoaterea prematură din funcțiune aacestora, întreruperi păgubitoatoare ale proceselor de producție și, mai ales, pierderea unor uriașe cantități de metale raportate la scara industriei contemporane. La acestea se adaugă impurificarea produselor fabricate precum și poluarea mediului înconjurător. Din această cauză, se impune studierea fenomenelor de coroziune și alegerea celor mai adecvate măsuri de protecție a instalațiilor, prin selectarea materialelor de construcție și tratarea mediului coroziv.

Tratarea mediului coroziv în vederea protejării metalelor se face fie prin îndepărtarea agentului corosiv, fie prin utilizarea inhibitorilor.

Inhibitorii sînt substanțe care, adăugate în cantități mici în mediul corosiv, reduc considerabil viteza procesului de coroziune. Din această cauză, utilizarea inhibitorilor ca agenți de frînare a procesului de coroziune a devenit una din metodele foarte importante de protecție anticorozivă.

Dintre diferitele clase de inhibitori, cei mai utilizați sînt inhibitorii de adsorbție. Aceștia controlează procesul de coroziune influențînd reacția anodică sau catodică, sau pe amîndouă. Se adsorb pe suprafețele anodice și catodice, împiedicînd desfășurarea procesului de coroziune [1—6]. Inhibitorii de adsorbție sînt, în general, compuși organici, care conțin grupe polare în moleculele lor. Deoarece afectează, de obicei, toată suprafața metalului atunci cînd sînt prezenți în concentrații suficiente, nu pot fi desemnați ca anodici sau catodici. Inhibarea în acest caz este rezultatul adsorbției compusului organic pe suprafața metalului cu formarea unui film invizibil, alcătuit dintr-un strat subțire de cîteva molecule. În această lucrare s-a studiat influența a trei tipuri de inhibitori organici, asupra coroziunii oțelului carbon OL 37 și a oțelurilor inoxidabile tip V 2A și V 4A în soluții concentrate de acid clorhidric.

Partea experimentală

Acțiunea de inhibare a fost studiată prin trasarea curbelor de polarizare, folosind tehnica potențiostatică. Calcularea parametrilor cinetici de coroziune, în cazul soluțiilor cu în-

hibitori, în special a densității curentului de coroziune, și compararea lor cu parametrii cinetici ai soluției fără inhibitor a stat la baza studiului eficienței acestor inhibitori.

Instalația experimentală folosită pentru trasarea curbelor de polarizare este prezentată în figura 1. În toate determinările efectuate pola-

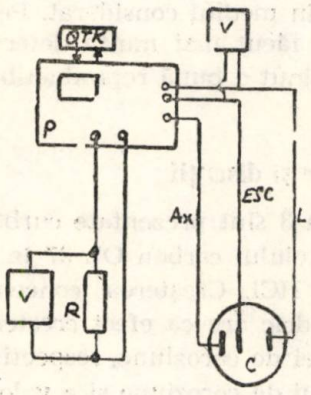


Fig. 1 Schema montajului potențiostatic.
QTK — puncte de comandă ; T — potențiostat PS-3 ; V — voltmetru electronic ; R — rezistență — etalon ; C — celula electrolitică ; ESC — electrod de referință ; L — electrod de lucru ; Ax — electrod auxiliar.

rizarea electrochimică a fost pornită după aproximativ 30 minute de la imersarea electrodului de lucru în electrolit, pentru a permite stabilizarea potențialului staționar. Potențialul a fost variat în trepte de 20 mV/min cu ajutorul potențiometrului QTK și menținut la valoare constantă cu ajutorul potențiostatului tip PS-3. Valorile potențialului electrodului de lucru au fost întotdeauna determinate în raport cu un electrod de referință și anume în raport cu electrodul saturat de calomel.

Celula pentru polarizări electrochimice este prezentată în figura 2. După cum se poate observa, s-a folosit o celulă cu un singur compartiment, în care electrodul de lucru, situat în centrul celulei, este înconjurat de electrodul auxiliar, format dintr-o plasă de platină. Această așezare a celor doi electrozi creează, în timpul polarizărilor anodice sau catodice, un cîmp electric uniform și intens. Pentru reducerea la minimum a căderii ohmice de potențial, legătura între compartimentul celulei și electrodul de referință s-a făcut cu ajutorul unei capilare Haber-Luggin, iar soluția a fost agitată continuu prin barbotare cu argon, introdus pe la partea inferioară a celulei. Electrodul de lucru a fost prelucrat sub formă cilindrică și prevăzut cu filet interior pentru a putea fi montat în suportul de susținere folosit în încercările electrochimice. Forma cilindrică a fost preferată pentru faptul că asigură o suprafață mare și un număr redus de muchii (cunoscute fiind ca poziții mai susceptibile la atacul coroziv). Înaintea fiecărei determinări, eșantioanele au fost șlefuite pe hîrtie metalografică de diferite granulații, pînă la obținerea unor suprafețe perfect omogene, lipsite de defecte mecanice sau striațiuni. Probele metalice șlefuite și fixate în suportul de

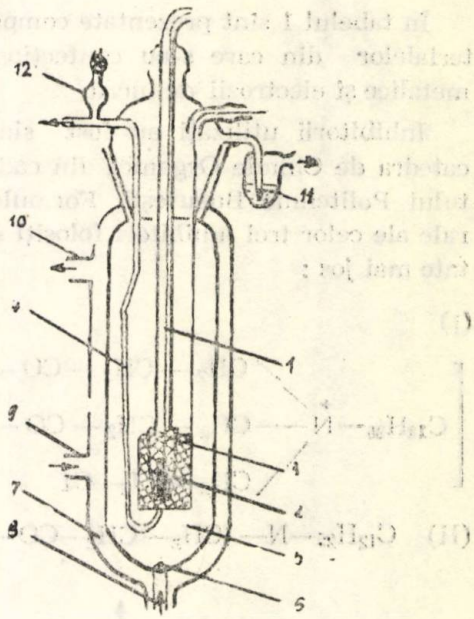


Fig. 2 Celula pentru polarizări electrochimice
1 — electrod de lucru ; 2 — electrod auxiliar ; 3 — dop teflon ; 4 — capilar Habber-Luggin ; 5 — celula de sticlă ; 6 — frită gaz ; 7 — mantaua celulei ; 8 — intrare agent de aerare ; 9 — intrare agent termic ; 10 — ieșire agent termic ; 11 — supapă ; 12 — pîlnie de umplere.

susținere au fost degresate în benzen, la fierbere, timp de 5 minute, pentru îndepărtarea urmelor de grăsimi și praf abraziv rămase pe suprafață după șlefuire. La trasarea curbelor de polarizare s-a ținut seama de faptul că o polarizare anodică prelungită poate da naștere unor modificări la nivelul asperității suprafeței, ceea ce va duce la translatare paralelă a pantelor Taffel. Acest aspect poate fi înlăturat [6—7] polarizînd electrodul mai întîi catodic și numai după aceea trasînd curbele anodice, metodă folosită și în prezenta lucrare.

Compoziția aliajelor folosite

Tabelul 1

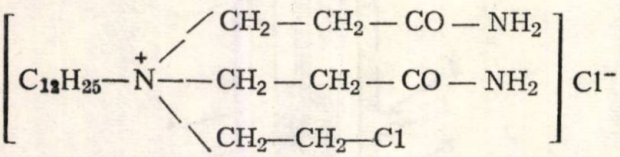
Componenți	V 2 A	V 4 A	OL 37
Carbon	0,10	0,10	0,14
Mangan	2,00	2,00	0,7
Siliciu	1,00	1,00	0,037
Crom	17—19	16,5—18,5	—
Nichel	9—11	10,5—12,5	—
Molibden	—	2,0—2,5	—
Sulf	—	—	—
Fosfor	—	—	—
Aluminiu	—	—	—
Alte elemente	5 C=Ti	5 C=Ti	

Așa după cum s-a amintit, determinările au fost efectuate în soluții de HCl, pe electrozi din oțel carbon tip OL—37, oțel inoxidabil V 2A și V 4A.

În tabelul 1 sînt prezentate compozițiile materialelor din care s-au confecționat probele metalice și electrozii de lucru.

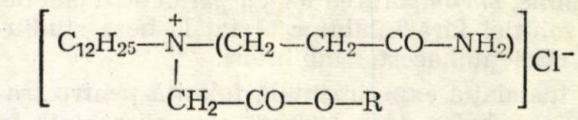
Inhibitorii utilizați au fost sintetizați la catedra de Chimie Organică din cadrul Institutului Politehnic București. Formulele structurale ale celor trei inhibitori folosiți sînt prezentate mai jos :

(I)



(II) $C_{12}H_{25}—N—(CH_2—CH_2—CO—NH_2)_2$

(III)



Alegerea acestor inhibitori s-a făcut ținîndu-se seama de solubilitatea și proprietățile lor inhibitoare în mediul considerat. Pentru fiecare soluție s-au făcut mai multe determinări pînă cînd s-a obținut o bună reproductibilitate a rezultatelor.

Rezultate și discuții

În figura 3 sînt prezentate curbele de polarizare ale oțelului carbon OL 37 în soluții concentrate de HCl. Creșterea concentrației acidului clorhidric are ca efect creșterea pronunțată a vitezei de coroziune, respectiv a densității curentului de coroziune și a valorii curentului limită de difuzie.

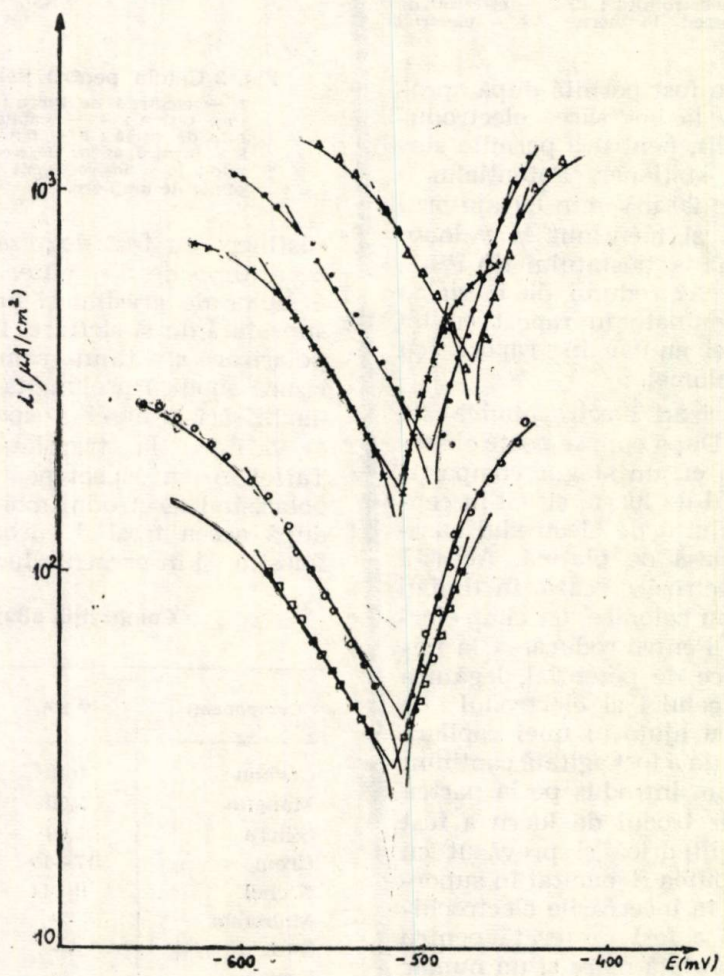


Fig. 3 Curbele de polarizare ale oțelului carbon OL-37 în soluții de HCl de concentrație : (□) 0,5 N; (O) 1 N ; (x) 2 N ; (.) 3 N ; (△) 4 N.

De asemenea, analizînd curbele de polarizare, nu se constată nici o tranziție activ-pasiv pînă la curenți foarte mari. Aceasta se explică prin prezența ionilor de clor care împiedică formarea filmului pasiv și accelerează procesul de dizolvare anodică, cu atît mai mult cu cît concentrația acestora este mai mare. Se presupune că ionii de clor participă printr-o adsorbție competitivă la reacțiile de la interfața metal-electrolit, pentru formarea de filme chemisorbite ce satisfac afinitatea suprafeței pentru atomii de oxigen, ionii exidril sau moleculele de apă. Adsorbția specifică a acestor anioni are ca efect reducerea barierei de energie potențială necesară tranziției din faza metalică în soluție, deci o accelerare a procesului de dizolvare anodică. Parametrii cinetici de coroziune obținuți din curbele de polarizare sînt prezentați în tabelul 2.

Parametrii cinetici de coroziune ai oțelului carbon OL 37 în soluții concentrate de H Cl

Tabelul 2

Normalitatea soluției de HCl	i_{cor} (μA/cm^2)	Pantele Taffel (mV)		E_{cor} [mV SCE]
		b_a	$-b_c$	
0,5	31	60	125	—517
1	42	65	120	—514
2	170	65	119	—515
3	210	70	120	—497
4	350	75	115	—475

Parametrii cinetici de coroziune ai oțelurilor inoxidabile V 24 și V 4A în soluții 4 N și 0,5 N de H Cl

Tabelul 3

Concentrația soluției de HCl [N]	Oțelul inox V 2 A		Oțelul inox V 4A	
	i_{cor} [μA/cm^2]	E_{cor} [mV]	i_{cor} [μA/cm^2]	E_{cor} [mV]
4	150	—475	130	—450
0,5	27	—500	19	—500

Analizînd curbele densitate de curent-potențial din figura 3 se constată că la valori joase ale supratensiunii se respectă relația Taffel (dependență lineară), ceea ce indică faptul că atît

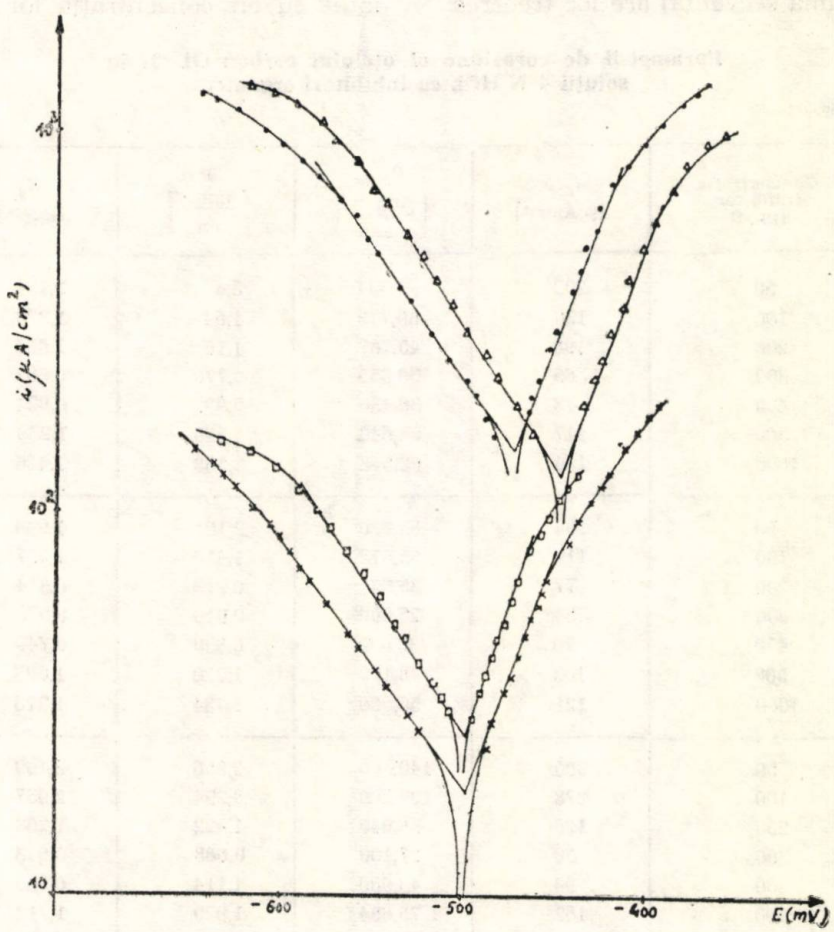


Fig. 4 Curbele de polarizare ale oțelurilor inoxidabile V 2A și V 4A în soluții de HCl: (.) V 2A + + HCl 4 N; (△) V 4A + HCl 4 N; (□) V 2A + + HCl 0,5 N (x) V 4A + HCl 0,5 N.

reacția anodică cît și cea catodică sînt controlate de activare. La valori mai mari ale supratensiunii, pe curba de polarizare anodică se constată apariția unui curent limită de difuzie, ceea ce înseamnă că, la densități mari de curent, transportul ionilor la interfață devine treaptă determinantă de viteză (polarizare de concentrație). Analizînd parametrii cinetici de coroziune prezentați în tabelul 2 se poate spune că dizolvarea anodică a fierului are loc după un mecanism LYF/9—10 ale cărui secvențe, sînt :

$$Fe + H_2O \rightleftarrows Fe \cdot H_2O_{ads}$$

$$Fe \cdot H_2O_{ads} + Cl^- \rightleftarrows FeCl^-_{ads} + H_2O$$

$$FeCl^-_{ads} + HO^- \rightarrow FeOH^+ + Cl^- + 2\ e$$

(Treaptă determinantă de viteză)

$$FeOH^+ + H^+ \rightleftarrows Fe^{2+} + H_2O$$

Conform acestui mecanism, ionii de clor chemosorbiți dislocuiesc moleculele de apă adsorbite pe suprafața electrodului și apoi interacționează cu ionii hidroxil adiacenți, care la rîndul lor sînt adsorbiți pe suprafața electrodului. În final (ultima secvență) are loc trecerea fierului în soluție sub formă de ioni Fe^{2+}. Se produce de fapt dizolvarea electrodului de lucru. Adsorbția ionilor de clor la interfață este cu atît mai puternică și deci viteza procesului de coroziune este mai accentuată, cu cît concentrația acidului clorhidric este mai mare și potențialul electrodului de studiat este mai electropozitiv, lucru confirmat și de rezultatele noastre experimentale (fig. 3 și tab. 2).

În continuare s-a studiat coroziunea oțelurilor inoxidabile V 2A iș V 4A, în soluții 4 N și 0,5 N de HCl. Curbele de polarizare sînt prezentate în figura 4, iar parametrii cinetici de coroziune sînt dați în tabelul 3. Din tabel și figură se constată că mărirea concentrației de acid clorhidric are ca efect creșterea pronunțată a vitezei de coroziune și a curentului limită de difuzie. De asemenea, din curbele de polarizare, se observă că nu există nici o tranziție activ-pasiv, pînă la valori foarte mari ale curentului. Aceasta se explică prin prezența ionilor de clor, care se adsorb competitiv cu ceilalți ioni din soluție, la suprafața electrodului, împiedicînd formarea filmului pasiv și accelerînd procesul de dizolvare anodică, cu atît mai mult cu cît concentrația lor este mai mare.

Parametrii de coroziune ai oțelului carbon OL 37 în soluții 4 N HCl, cu inhibitori organici

Tabelul 4

Tip inhibitor	Concentrație inhibitor [ppm]	i_{cor} [μ A/cm^2]	R_{mpy} $\left[\frac{\text{mînch}}{\text{an}}\right]$	P $\left[\frac{\text{mm}}{\text{an}}\right]$	K_g [g/m^{2}h]	E [%]
inh. I	50	202	94,334	2,4	2,134	42,3
	100	130	60,710	1,54	1,373	62,85
	200	98	45,767	1,16	1,035	72,00
	300	65	30,355	0,770	0,687	81,42
	400	78	36,430	0,925	0,824	77,70
	500	117	54,640	1,386	1,236	66,60
	1000	134	62,578	1,588	1,416	61,71
inh. II	50	184	85,930	2,181	1,944	47,42
	100	119	55,573	1,410	1,257	66,00
	200	77	35,959	0,913	0,814	78,00
	300	54	25,200	0,640	0,570	84,57
	400	70	32,699	0,830	0,740	80,00
	500	103	48,100	1,220	1,088	70,57
	1000	121	56,500	1,434	1,278	65,43
inh. III	50	300	140,100	3,556	3,169	14,28
	100	278	129,800	3,294	2,937	20,57
	200	120	56,040	1,422	1,268	65,71
	300	58	27,100	0,688	0,613	83,43
	400	94	43,900	1,114	0,993	73,14
	500	162	75,654	1,920	1,712	53,71
	1000	205	95,740	2,430	2,166	41.43
fără inhibitor	—	350	163,45	4,148	3,698	100,00

Analizînd comparativ cele două oțeluri inoxidabile se constată că, în aceleași condiții, stabilitate mai mare la atacul agentului agresiv prezintă oțelul inox tip V 4 A.

În continuare s-a studiat inhibarea coroziunii celor trei oțeluri în prezența inhibitorilor organici de adsorbție prezentați de noi într-un paragraf anterior.

Alegerea acestor substanțe s-a făcut ținîndu-se seama de solubilitatea și proprietățile lor inhibitoare în mediul considerat. S-a lucrat cu mai multe concentrații de inhibitor, concentrații care în literatura de specialitate sînt considerate a fi cele mai eficiente.

Acțiunea de inhibare a acestor substanțe a fost studiată prin trasarea curbelor de polarizare (utilizînd tehnica potențiostatică), calcularea parametrilor cinetici de coroziune (în special a densității curentului de coroziune) și compararea lor cu parametrii cinetici din soluția fără inhibitor. S-a calculat, de asemenea, eficiența diferiților inhibitori, în așa fel încît să se poată stabili cu precizie care dă rezultatele cele mai bune într-un mediu dat și la ce concentrație.

Deoarece în tabelele 4, 5 și 6 am sistematizat toți parametrii cinetici de coroziune ai celor trei oțeluri, în figurile 5 și 6 au fost date, spre exemplificare, numai cîteva curbe de polarizare ale oțelului carbon OL 37 și oțelului inox V 2A, în soluție 4 N de HCl, în prezența inhibitorilor organici de tip I și II. Din analiza acestor figuri și tabele se pot trage următoarele **concluzii :**

— viteza de coroziune a oțelurilor inox V 2A și V 4A este mult mai mică decît aceea a oțelului carbon OL 37. Dintre cele două oțeluri inoxidabile stabilitatea mai mare la acțiunea mediului agresiv are oțelul inox tip V 4A ;

— nu se constată nici o tranziție activ-pasiv în nici una din soluțiile studiate. Viteza de coroziune, dată de densitatea curentului de coroziune, este destul de mare. Față de soluția fără inhibitor, soluțiile cu inhibitori prezintă o reducere pronunțată a vitezei procesului de coroziune ;

— eficiența cea mai mare o are inhibitorul tip II în doză de 400 ppm și respectiv 300 ppm ;

— inhibitorii tip I și III au eficiență mai mică decît inhibitorul II, dar comparabilă cu acesta ;

— eficiența acțiunii inhibitoare a celor trei inhibitori folosiți în soluția de H Cl 4 N scade în ordinea următoare :

$$E_{\text{inh.II}} > E_{\text{inh.I}} > E_{\text{inh.III}}$$

Parametrii de coroziune ai oțelului inoxidabil V 2A în soluție 4 N H Cl, cu inhibitori organici

Tabelul 5

Tip inhibitor	Concentrație inhibitor [ppm]	i_{cor} [μA/cm^2]	R_{mpy} $\left[\frac{\text{minch}}{\text{an}}\right]$	P $\left[\frac{\text{mm}}{\text{an}}\right]$	K_g [g/m^{2}h]	E [%]
inh. I	50	133	62,111	1,576	1,405	11,33
	100	112	52,304	1,328	1,183	25,33
	200	74	34,558	0,877	0,782	50,66
	300	49	22,883	0,581	0,518	67,33
	400	37	17,279	0,438	0,391	75,33
	500	40	18,680	0,474	0,423	73,33
	1000	56	26,152	0,664	0,592	62,66
inh. II	50	122	56,974	1,446	1,289	18,66
	100	93,5	43,665	1,108	0,988	37,66
	200	68,4	31,943	0,811	0,723	54,40
	300	39,3	18,353	0,466	0,415	73,80
	400	35	16,345	0,415	0,370	76,66
	500	38	17,746	0,450	0,401	74,66
	1000	45,6	21,295	0,540	0,482	69,60
inh. III	50	136,2	63,605	1,614	1,439	9,20
	100	127	59,309	1,505	1,341	15,33
	200	102	47,634	1,209	1,078	32,00
	300	55	25,685	0,652	0,581	63,33
	400	50,7	23,677	0,601	0,536	66,20
	500	53,2	24,844	0,630	0,536	64,53
	1000	62	28,954	0,735	0,655	58,66
fără inhibitor	—	150	70,05	1,778	1,585	100

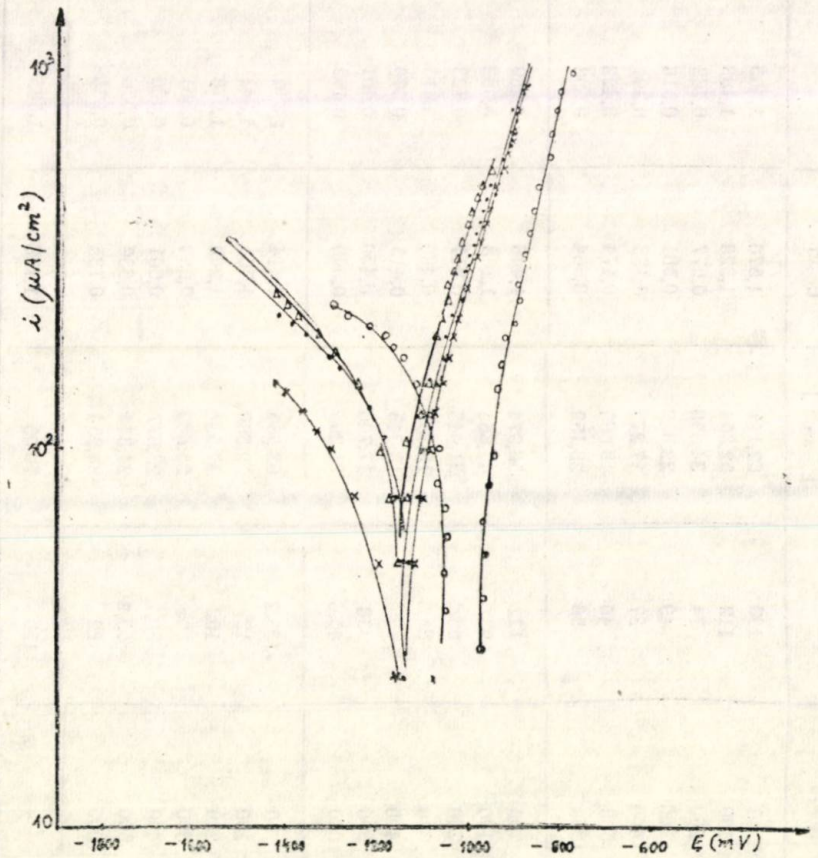


Fig. 5 Curbele de polarizare anodică şi catodică ale oţelului carbon OL-37 în soluţie de HCl 4 N cu diferite concentraţii, de inhibitor I: (.) 100 ppm; (x) 300 ppm ; (△) 500 ppm; (O) 1000 ppm.

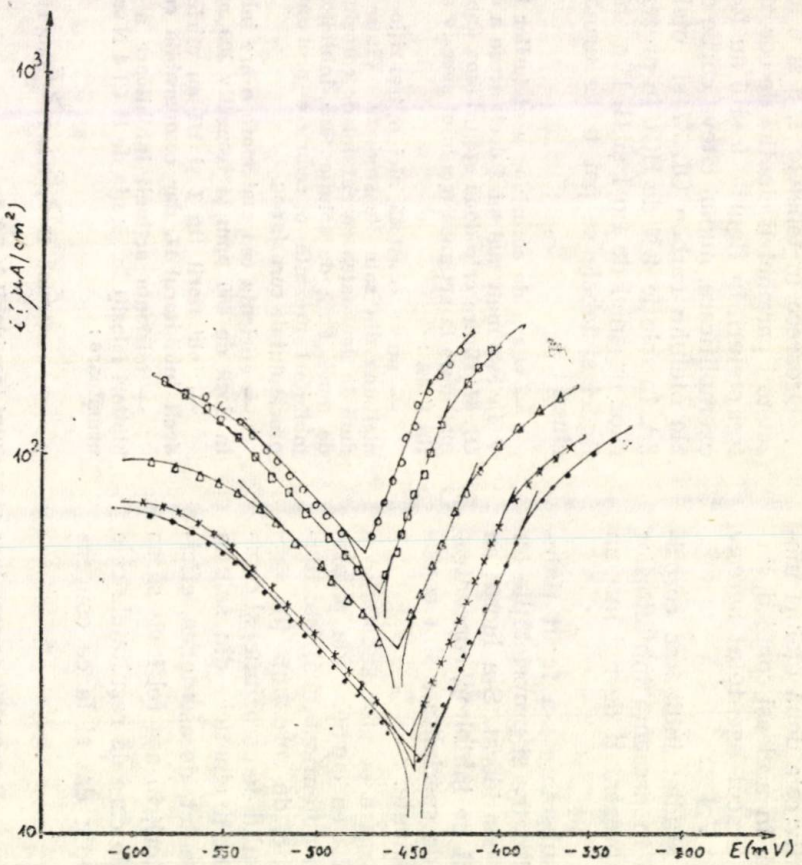


Fig. 6 Curbele de polarizare anodică şi catodică ale oţelului inoxidabil V 2A în soluţii de HCl 4 N cu diferite concentraţii de inhibitori II:(O) 50 ppm; (□) 100 ppm; (△) 200 ppm; (x) 300 ppm; (.) 400 ppm.

Parametrii de coroziune ai oțelului inoxidabil V 4A în soluție 4 N H Cl, cu inhibitori organici

Tabelul 6

Tip inhibitor	Concentrația inhibitor [ppm]	i_{cor} [μA/cm²]	R_{mpy} $\left[\frac{\text{minch}}{\text{an}}\right]$	P $\left[\frac{\text{mm}}{\text{an}}\right]$	K_g [g/m²h]	E [%]
	50	126	58,842	1,493	1,331	3,07
	100	103	48,101	1,221	0,919	20,76
	200	66	30,822	0,782	0,697	49,23
inh. I	300	42,3	19,754	0,501	0,447	67,46
	400	30	14,010	0,355	0,317	76,92
	500	39,2	18,306	0,465	0,414	69,85
	1000	50,7	23,677	0,601	0,536	61,00
	50	110	51,37	1,304	1,162	15,38
	100	81,5	38,06	0,966	0,861	37,30
	200	56,4	26,339	0,668	0,596	56,62
inh. II	300	28	13,076	0,332	0,296	78,46
	400	24	11,208	0,284	0,254	81,53
	500	27,5	12,843	0,326	0,291	78,84
	1000	33,6	15,691	0,398	0,355	74,15
	50	119,3	55,713	1,414	1,260	8,23
	100	111	51,837	1,316	1,173	14,62
	200	75,	35,025	0,889	0,792	42,31
inh. III	300	41	19,147	0,486	0,433	68,46
	400	35,5	16,579	0,421	0,375	72,69
	500	39,87	18,619	0,473	0,421	69,46
	1000	47,2	22,042	0,559	0,499	63,69
fără inhibitor	—	130	60,71	1,541	1,374	100

— inhibitorii organici de acest tip sînt puternic adsorbiți pe suprafața metalului, formînd un film pe suprafața metalului și, ca rezultat al acestuia, reacția între metal și mediu poate avea loc numai prin difuzia anionilor mediului agresiv prin porii fini ai stratului protector ce s-a format. În acest fel se explică scăderea pronunțată a vitezei de coroziune la adiția celor trei inhibitori.

Pentru diminuarea coroziunii în soluțiile studiate, se recomandă utilizarea inhibitorilor tip II și tip I, în dozele pentru care s-a obținut eficiență maximă, și înlocuirea oțelului carbon OL 37 cu oțel inox tip V 4A sau V 2A.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Brânzoi, V.:* Buletin Inst. Politehnic București, seria Chimie —Metalurgie XL, nr. 3, 1978, p. 21.

[2] *Fontana, M.G., Greene, N.D.:* „Corrosion Engineering", Mc. Graw Hill, New-York, 1967.

[3] *Uhlig, H.H.:* „Corrosion and Corrosion Control" J. Wiley, New-York, 1963.

[4] *Putilova, J.N., Balezin, A.S., Barranik, V.P.:* „Metallic Corrosion Inhibitors", ed. E. Bishop, Pergamon Press, New-York, 1960.

[5] *Nielsen, A.N.:* Corrosion 27, nr. 5, 1971, p. 173.

[6] *Heitz, E.:* Werkst. Korr., 19, 1968, p. 773.

[7] *Heitz, E., Schwenk, W.:* Werkst. Korr., 27, 1976, p. 241.

[8] *Gromoboy, T.S., Shreir, L.L.:* Electrochim. Acta. 1973, p. 985

[9] *Lorenz, W.J., Yamaoka, H., Fisher, H.:* Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 67, 932 (1963).

[10] *Cafferty, E.Mc., Hackerman, N.J.:* J. Electrochem. Soc., vol. 119, No. 8, 1972, p. 999.

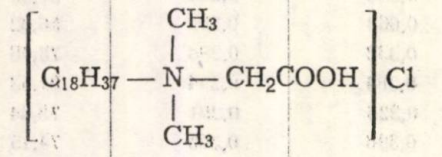
CZ : 620.197

Efectul de inhibiție a coroziunii în prezența unor săruri cuaternare de amoniu cu radical alifatic

Prof. dr. doc. Octavian **RADOVICI**, dr. chim. Belarisa **POPESCU**, ing. Ion **ILIUȚĂ** — Institutul Politehnic București

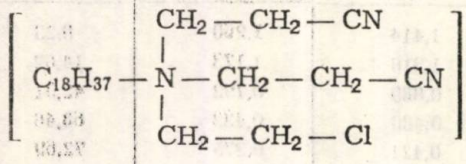
Dintre inhibitorii de coroziune în medii acide, folosiți în operațiile de decapare chimică și desîncrustare, sărurile cuaternare de amoniu se remarcă printr-o eficiență ridicată.

S-a studiat eficiența de inhibiție a două săruri cuaternare de amoniu cu radical alifatic neramificat saturat cu formulele :



I

și



II

Modul de lucru :

S-a urmărit comportarea la coroziune a oțelului OLC de compoziția chimică : C : 0,16%; P : 0,23%; Si : 0,26%; Cr : 0,08%; Ni : 0,07% și Cu : 0,12%.

Mediul coroziv a fost H Cl 10% în care s-au adăugat concentrații de 10; 50; 75 și 100 ppm de sare cuaternară I și II.

Determinările s-au efectuat la trei temperaturi 25; 50 și 70°C prin termostatare. Înainte de începerea măsurărilor, suprafața oțelului expusă coroziunii a fost șlefuită cu hîrtie metalografică de diferite granulații degresată și polarizată catodic timp de 10 minute. S-au trasat curbele de polarizare anodică și catodică cu viteza de baleiere 1 mv/minut, pentru stabilirea rezistenței de polarizare (fig. 1, 2, 3).

Trasarea curbelor de polarizare în condiții potențiodinamice s-a realizat cu ajutorul unui

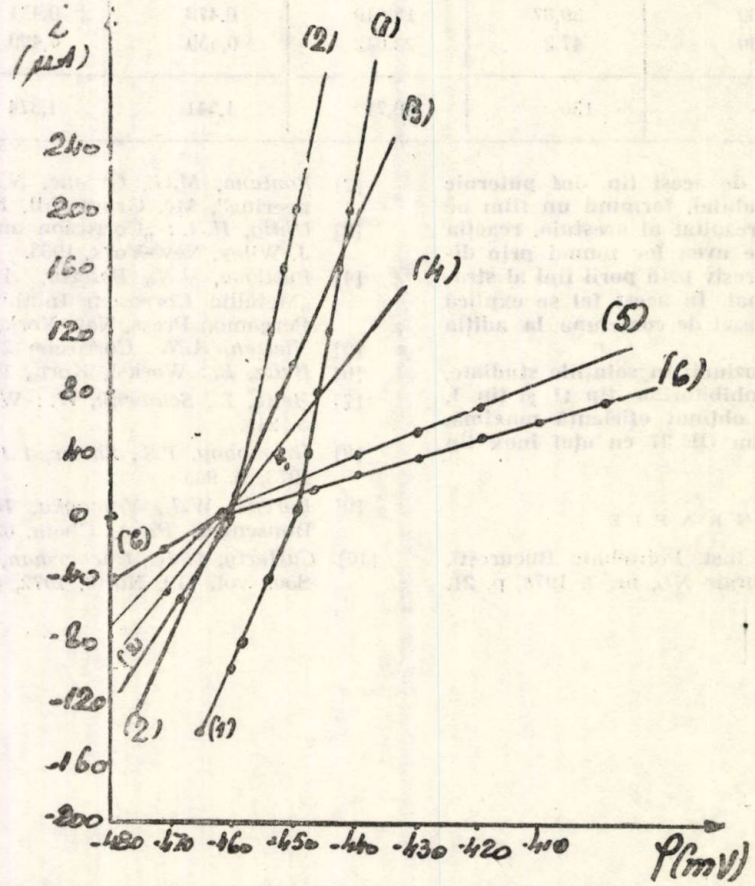


Fig. 1 Curbele de polarizare anodice și catodice la 25°C pentru HCl 10% și sarea cuaternară de amoniu I la concentrațiile : 1) 0; 2) 10 ppm; 3) amoniu I la concentrațiile : 1) 0 ; 2) 10 ppm ; 3)

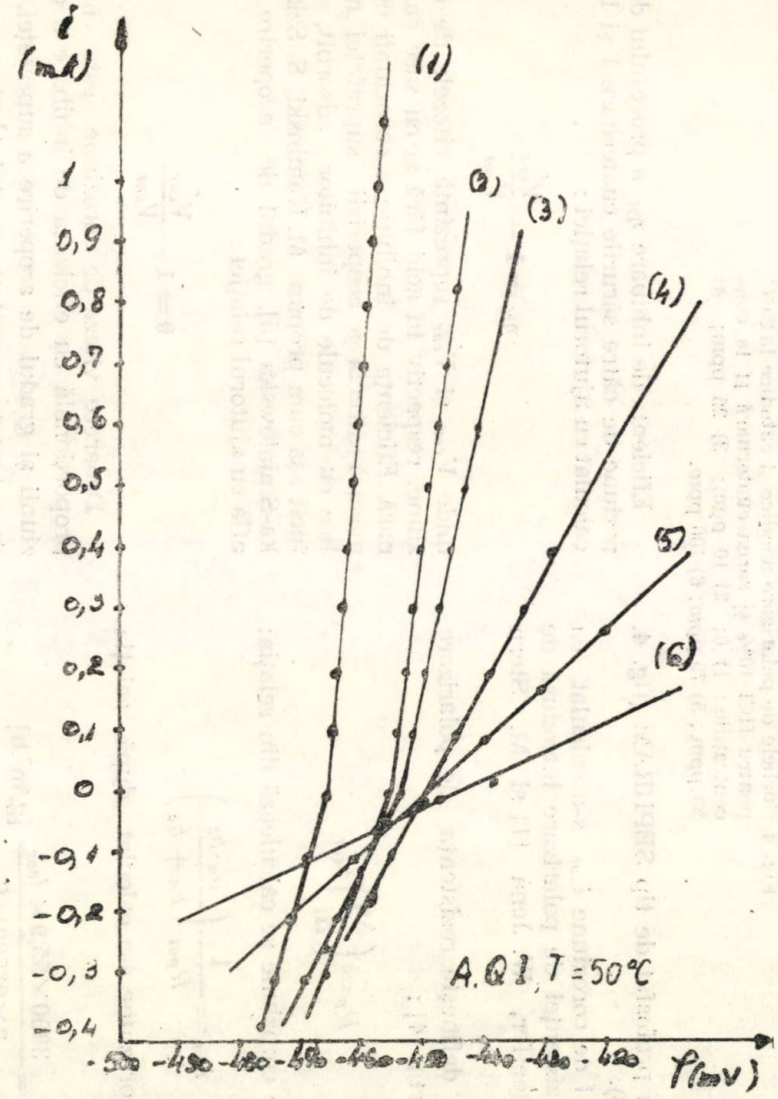


Fig. 2 Curbele de polarizare anodice și catodice la 50°C pentru HCl 10% și sarea cuaternară I la concentrațiile : 1) 0; 2) 10 ppm; 3) 25 ppm; 4) 50 ppm; 5) 75 ppm; 6) 100 ppm.

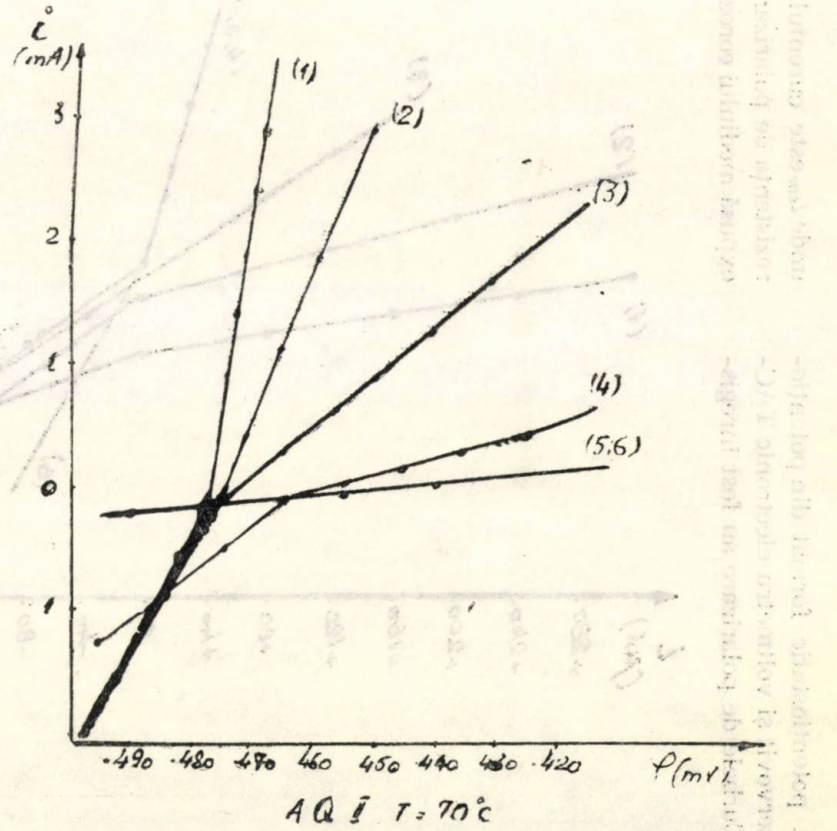


Fig. 3 Curbele de polarizare anodice și catodice la 70°C pentru HCl 10% și sarea cuaternară I la concentrațiile : 1) 0; 2) 10 ppm ; 3) 25 ppm; 4) 50 ppm; 5) 75 ppm; 6) 100 ppm.

echipament potențiostatic format din potențiostat, pilot servovit și voltmetru electronic TACCUSSEL. Curbele de polarizare au fost înregis-

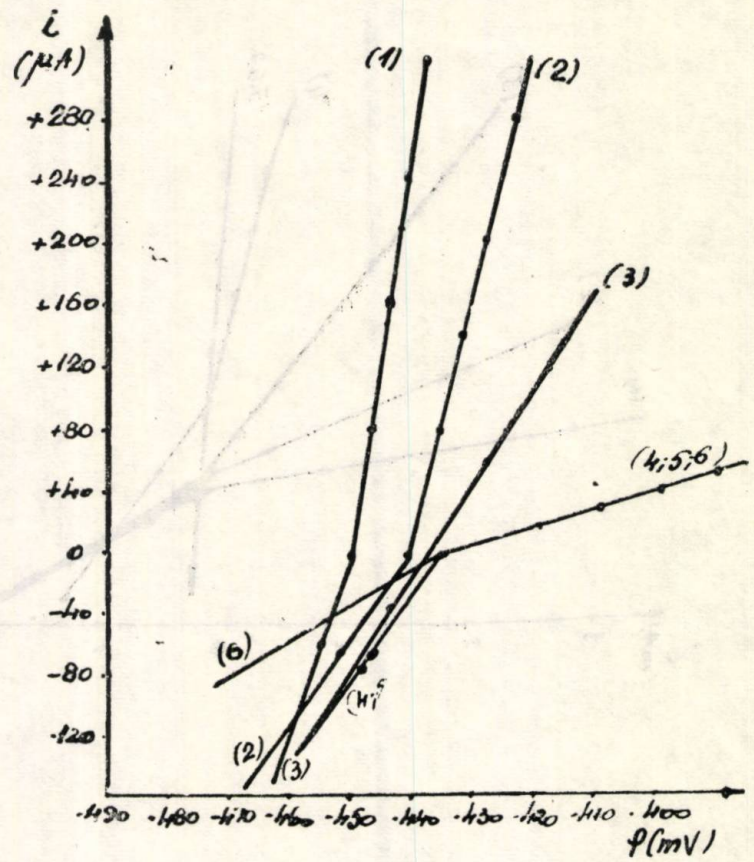


Fig. 4 Curbele de polarizare anodice și catodice la 25°C pentru HCl 10% și sarea cuaternară II la concentrațiile : 1) 0; 2) 10 ppm; 3) 25 ppm; 4) 50 ppm ; 5) 75 ppm; 6) 100 ppm.

trate cu un profosfat de tip SEPHRAM (fig. 4, fig. 5, fig. 6).

Curentul de coroziune i_{cor} s-a calculat cu ajutorul rezistenței de polarizare introdusă de K. E. Bonhoeffer, W. Jena [1] și M. Stern [2, 3].

Dacă se definește rezistența de polarizare R_p ca raportul [4] :

$$R_p = \left(\frac{\Delta\eta}{\Delta i}\right)_{\varphi cor}$$

curentul de coroziune se calculează din relația:

$$i_{cor} = \frac{1}{R_{pol}}\left(\frac{b_a \cdot b_c}{b_a + b_c}\right)$$

Viteza de coroziune s-a calculat după relația cunoscută :

$$V_{cor} = \frac{3600 \times 55{,}9 \times i_{cor}}{2 \times 96500 \times S} \quad [g/m^2.h]$$

unde i_{cor} este curentul de coroziune calculat din rezistența de polarizare, iar S suprafața oțelului expusă mediului coroziv.

Eficiența de inhibare $\eta_{\%}$ a procesului de coroziune de către sărurile cuaternare I și II s-a calculat cu ajutorul relației :

$$\eta_{\%} = 1 - \frac{V'_{cor}}{V_{cor}}$$

unde V_{cor} și V'_{cor} reprezintă vitezele de coroziune, respectiv în acid fără și cu sare cuaternară. Eficiența de inhibiție a coroziunii este o măsură directă a acoperirii suprafeței metalice cu molecule de inhibitor adsorbit, astfel încît așa cum propune M. Kaminski, S. Szklarska-Smialowska [5], gradul de acoperire se află cu ajutorul relației :

$$\theta = 1 - \frac{V'_{cor}}{V_{cor}}$$

Deoarece viteza de coroziune este invers proporțională cu eficiența de inhibare a coroziunii și gradul de acoperire a suprafeței, este de așteptat ca variația gradului de acoperire

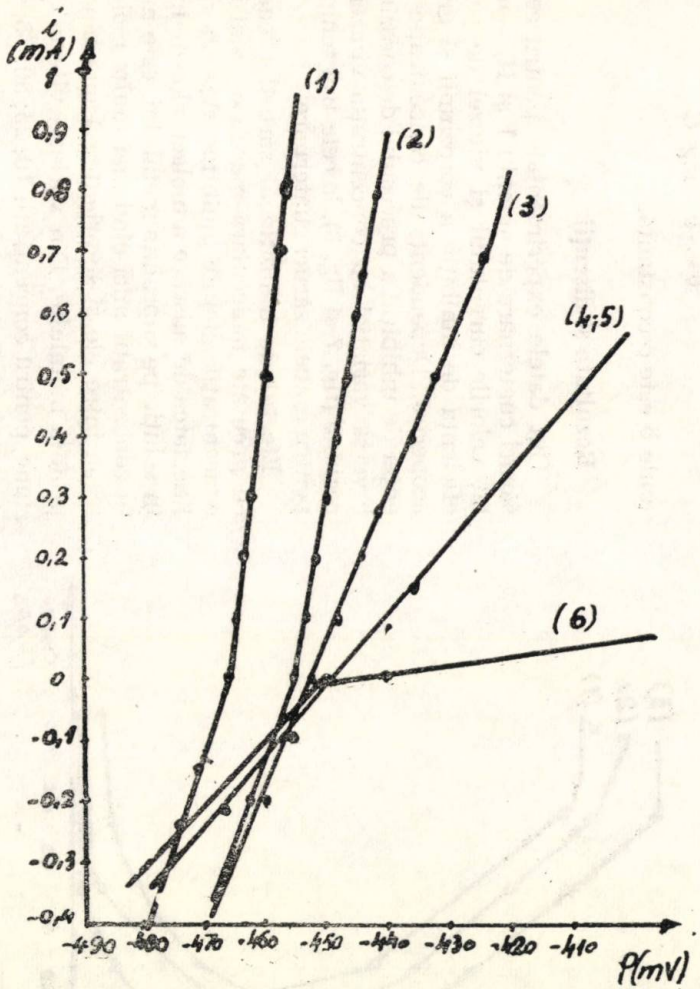


Fig. 5 Curbele de polarizare anodice și catodice la 50°C pentru HCl 10% și sarea cuaternară II la concentrațiile : 1) 0; 2) 10 ppm; 3) 25 ppm; 4) 50 ppm; 5) 75 ppm; 6) 100 ppm.

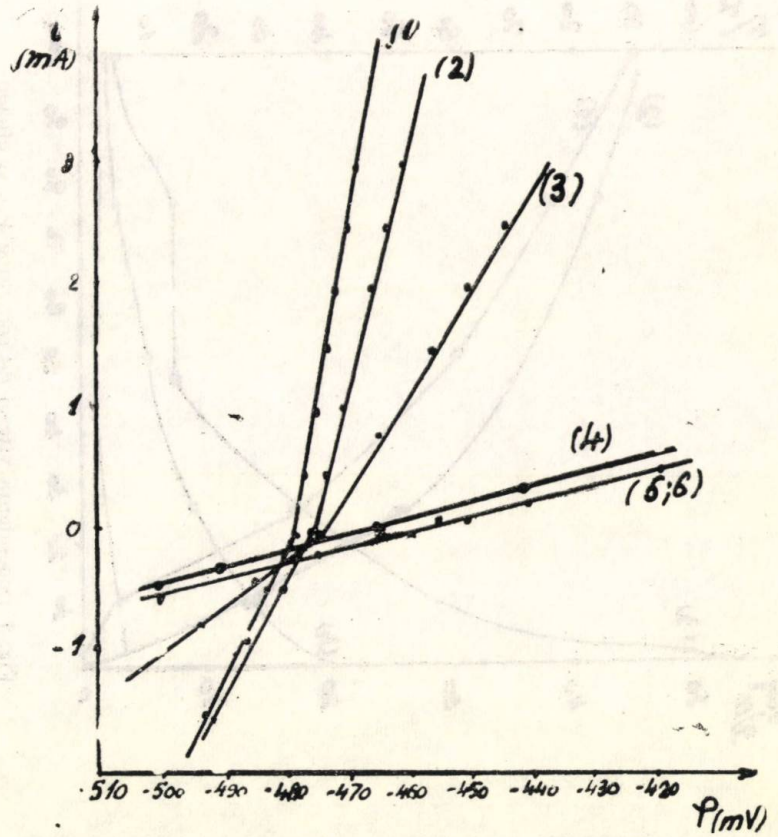


Fig. 6 Curbele de polarizare anodice și catodice la 70°C pentru HCl 10% și sarea cuaternară II la concentrațiile : 1) 0; 2) 10 ppm; 3) 25 ppm; 4) 50 ppm; 5) 75 ppm; 6) 100 ppm.

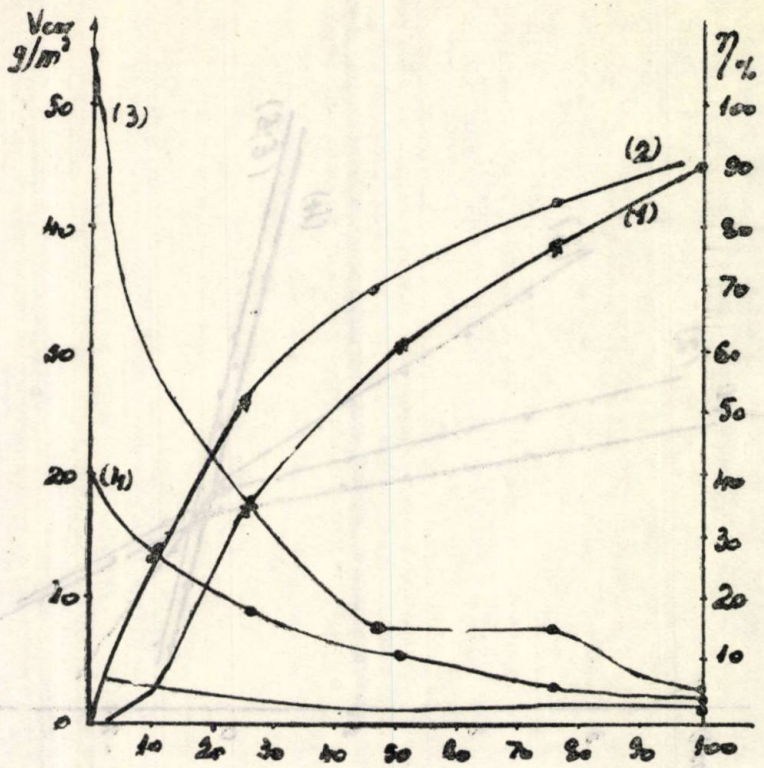


Fig. 7 Dependența vitezei de coroziune V_{cor} și eficienței η % de concentrația sării cuaternare I.

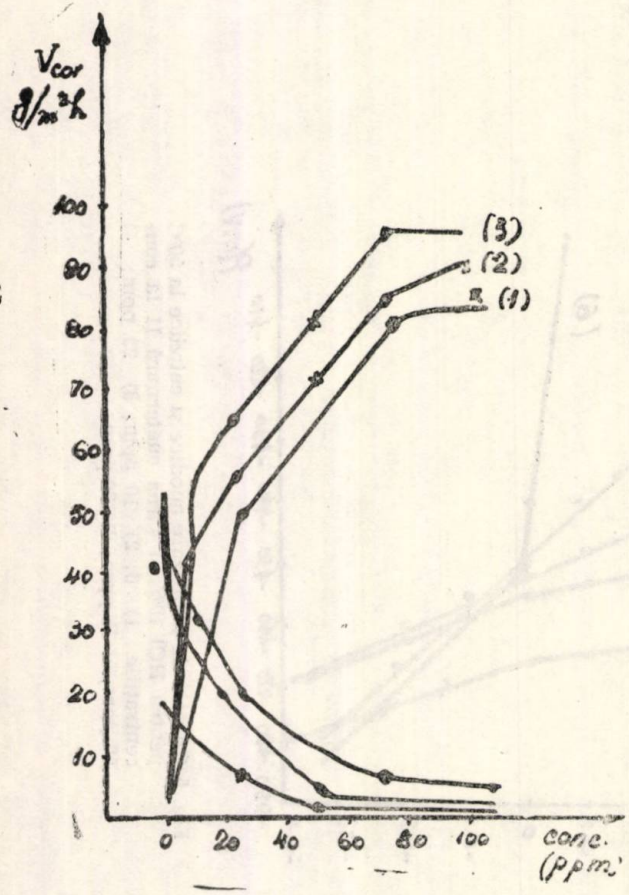


Fig. 8 Dependența vitezei de coroziune V_{cor} și eficienței η % de concentrația sării cuaternare II.

θ cu logaritmul concentrației de sare cuaternară să urmeze forma unei izoterme de adsorbție. Pe intervalul de concentrații ales, s-a găsit o dependență de tipul izotermei de adsorbție, Tëmkin [6, 7,8].

$$\theta = b \cdot \log C$$

unde b este o constantă.

Rezultate și discuții

Din datele experimentale pentru cele două săruri cuaternare de amoniu I și II, s-au calculat valorile curentului și vitezei de coroziune, eficiența de inhibiție a coroziunii și gradul de acoperire. Dependența de concentrație a eficienței de inhibiție a procesului de coroziune este inversă variației cu concentrația vitezei de coroziune (fig. 7 și fig. 8), la cele trei temperaturi, pentru ambele săruri cuaternare.

Efectul de inhibiție al sărurilor cuaternare cu greutate moleculară mare este mai bun în concentrații mici de inhibitor. Aceasta deoarece libertatea de mișcare a moleculelor de inhibitor, în soluție pe suprafața metalului, este mai mare în concentrații mici cînd mai multe molecule se leagă între ele și se orientează mai bine pe suprafața metalului. Din variația vitezei de coroziune, pentru concentrații 10; 25; 50; 75; 100 ppm de sare cuaternară, se observă că cu cît concentrația crește, viteza de coroziune scade. Crește-

rea temperaturii mărește viteza de coroziune și în același timp favorizează procesul de adsorbție (fig. 9; fig. 10, a și 10,b).

Folosind ecuația Arrhenius pentru energia de activare, s-au calculat valorile acestei mărimi pentru procesul de coroziune a oțelului OLC în

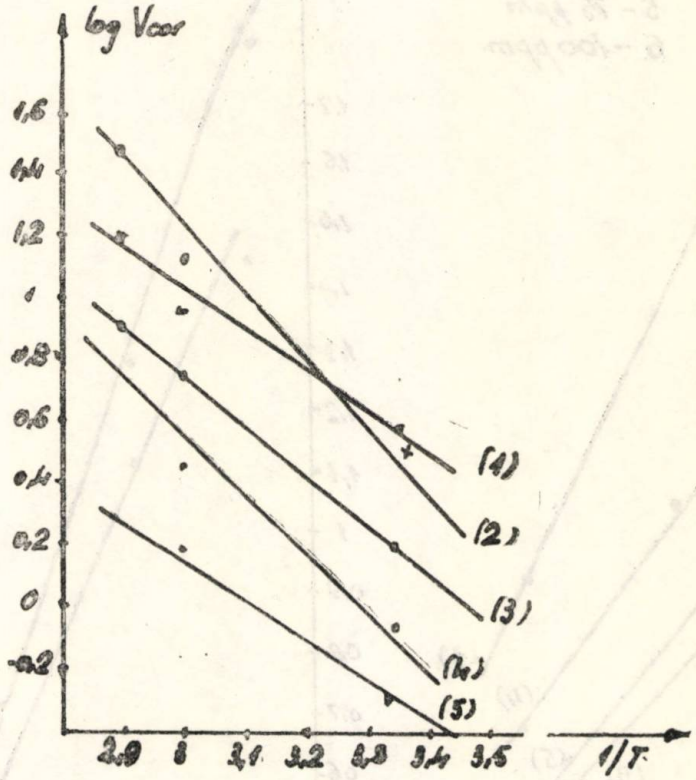


Fig. 9 Variația vitezei de coroziune cu temperatura pentru sarea cuaternară I.

HCl 10% cu și fără inhibitor, datele experimentale fiind prezentate în tabelul 1.

Din tabel se observă că energia de activare se diferențiază între cele două săruri cuaternare, odată cu creșterea concentrației și anume de la 20 kcal/mol, pentru acid fără inhibitor, la 13,1 și 12,58, în soluții acide cu 100 ppm de sare cuaternară I și II.

Dependența gradului de acoperire de gradul concentrației reprezintă o dependență liniară pentru cele două săruri cuaternare, la cele trei temperaturi (fig. 11 și fig. 12).

Datele experimentale arată că procesul de adsorbție este favorizat de creșterea temperaturii. Acest lucru dovedește că adsorbția preponderentă este o adsorbție chimică. Din datele experimentale prezentate se pune în evidență comportarea la coroziune a oțelului în mediile corozive studiate.

La temperatura de 25°C, soluția de HCl 10% are o acțiune moderată asupra oțelului OLC de $V_{cor} = 4{,}1632$ g m^{2}h. Viteza crește cu temperatura : la 50°C de cinci ori, iar la 70°C crește de 13 ori. La temperatura camerei, sarea cuaternară I prezintă proprietăți inhibitoare bune, reducînd viteza de coroziune de 10 ori, la o concentrație de 100 ppm, spre deosebire de concentrația 10 ppm pentru care reducerea vitezei de coroziune este mai mică.

Pentru temperaturile 50°C și 70°C, proprietățile de inhibiție cresc ajungînd la 90%—92% pentru concentrația 100 ppm.

Energiile de activare corespunzătoare procesului de coroziune sînt mai mici în prezența sărurilor cuaternare. Scăderea energiei de activare, de la 19,95 în acid la 13,1 kcal/mol, reprezintă o dovadă a creșterii adsorbției chimice a compusului I cu ridicarea temperaturii. Sarea cuaternară II are o eficiență de inhibiție de 50%, la concentrația de 50 ppm, și o scădere a vitezei de coroziune la jumătate, la temperatura de 25°C, de șase ori la 50°C și de 10 ori la temperatura de 70°C. De la concentrația 50 ppm amina cuaternară II modifică puțin viteza de coroziune cît și eficiența de inhibiție a coroziunii. Compusul II este mai puțin solubil în acid, ceea ce conduce la o acoperire uniformă și continuă la concentrații mici. Prezența a două grupări CH_2—CH_2—CN determină un efect de inhibiție sporit. Efectul de inhibiție al sărurilor cuaternare I și II asupra dizolvării acide a metalelor rezultă, pe de o parte, din rezistența

crescută la trecerea curentului, cauzată de o barieră formată de inhibitorul adsorbit fizic pe

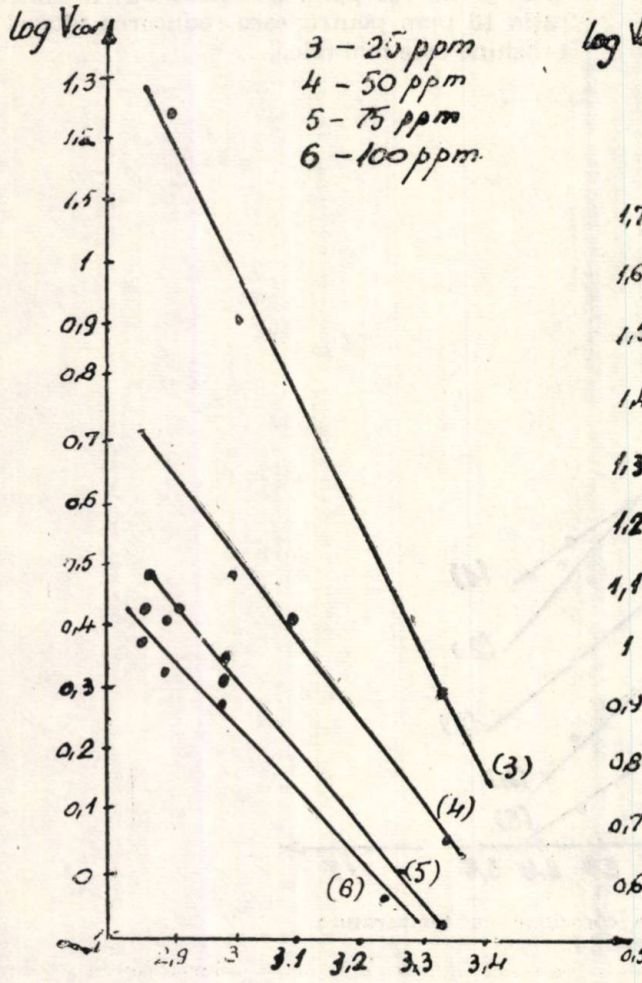


Fig. 10, a Variația vitezei de coroziune cu temperatura pentru sarea cuaternară II, în concentrații de: 1) HCl 10%; 2) HCl 10% + 10 ppm sarea cuaternară II.

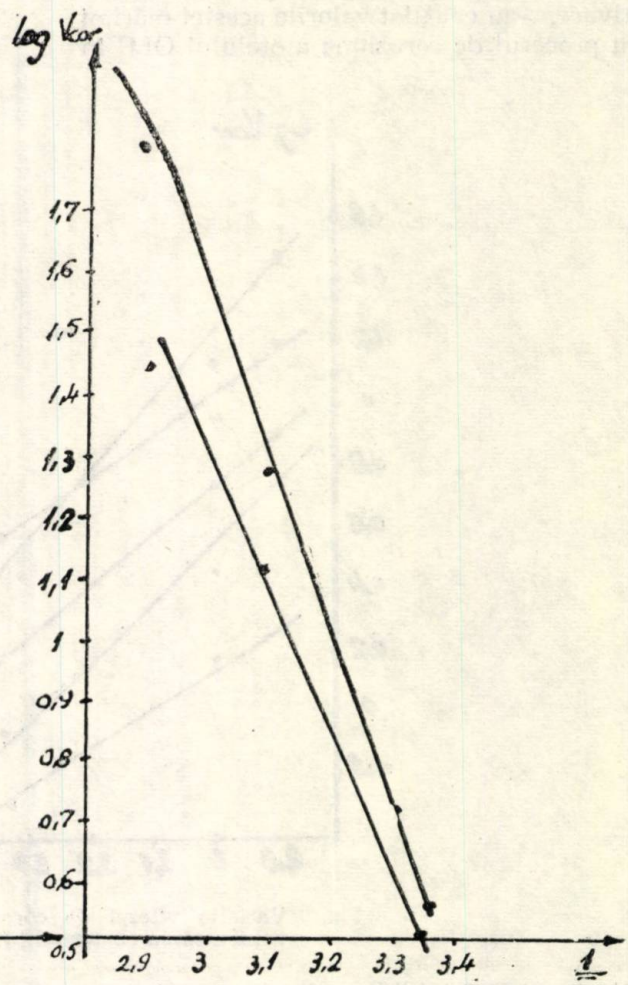


Fig. 10, b Variația V_{cor} cu temperatura pentru sarea cuaternară II în concentrații de: 3) 25 ppm; 4) 50 ppm; 5) 75 ppm; 6) 100 ppm.

aproape toată suprafața și, pe de altă parte, reducerea reactivității metalului de către inhibitorul chimic.

În cazul dat, adsorbția chimică este determinată. Ea este favorizată de prezența grupărilor reactive — CH_2 — COOH pentru compusul I și grupările CH_2—CH_2—CN pentru compusul II. Întotdeauna, o moleculă care este adsorbită prin mai multe grupări funcționale este mai greu îndepărtată de pe suprafața metalului.

Pentru sarea cuaternară I cu gruparea funcțională COOH, se pot lua în considerare studiile spectroscopice [9, 10] care pun în evidență apariția grupării COOFe indicînd și participa-

Variația energiei de activare pentru cele două săruri cuaternare de amoniu

Tabelul 1

conc. ppm. / E_{activ} kcal/mol	0	10	25	50	75	100
I	19,95	17,37	15,84	15,84	15,84	13,1
II	19,95	17,57	16,2	13,88	13,88	12,58

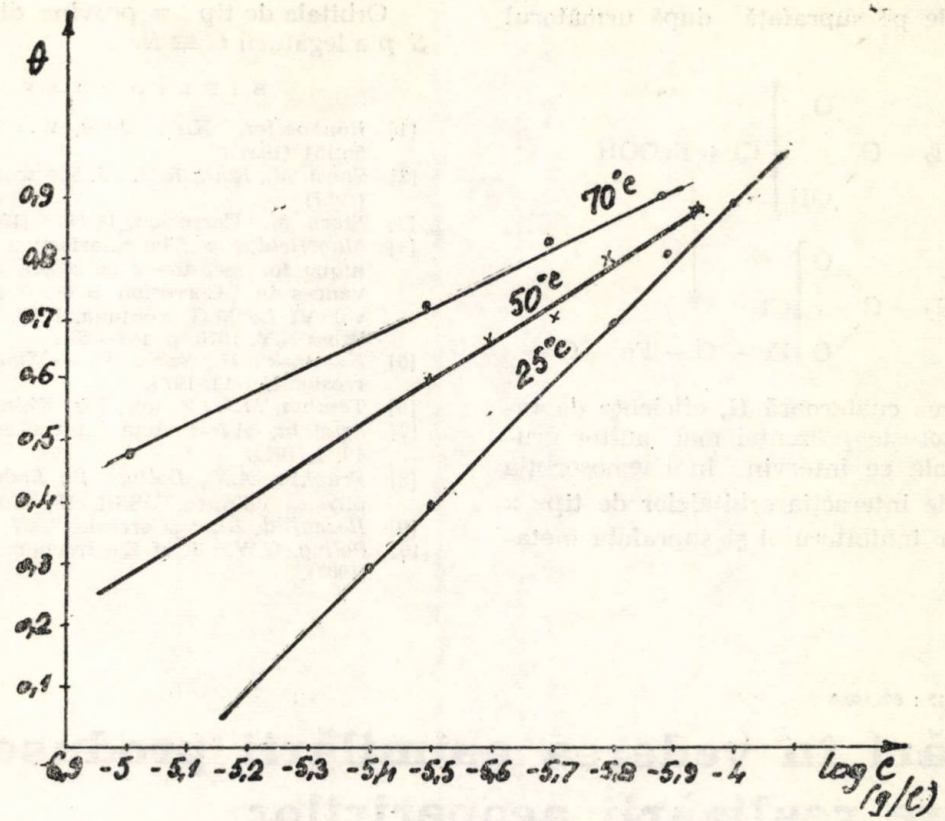


Fig. 11 Dependența gradului de acoperire de logaritmul concentrației pentru sarea cuaternară I la 25; 50 și 70°C.

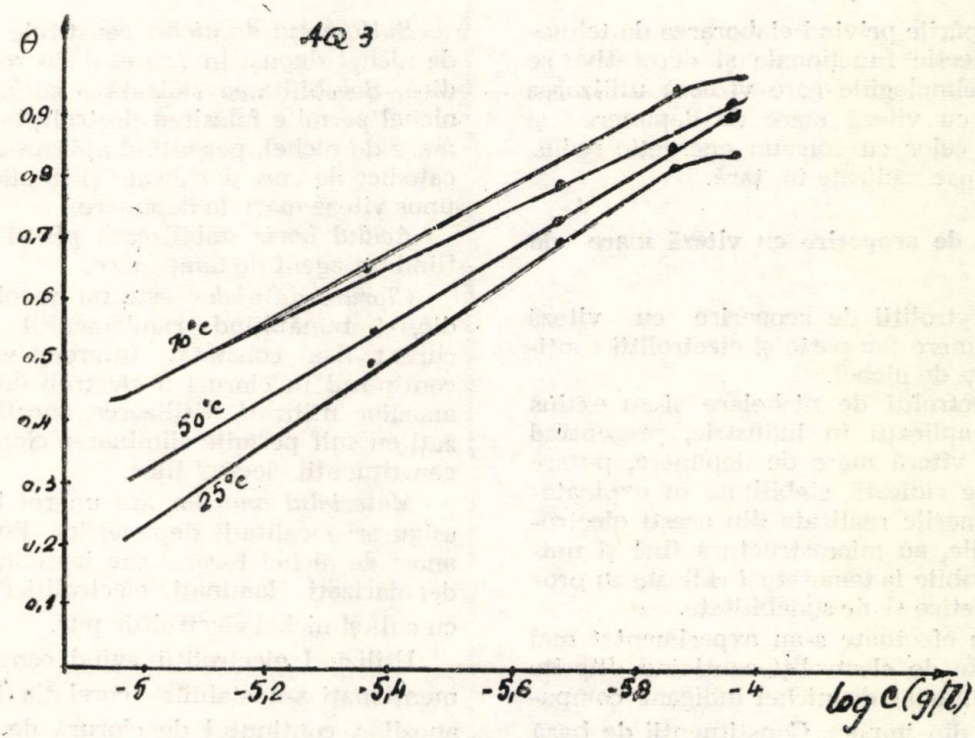
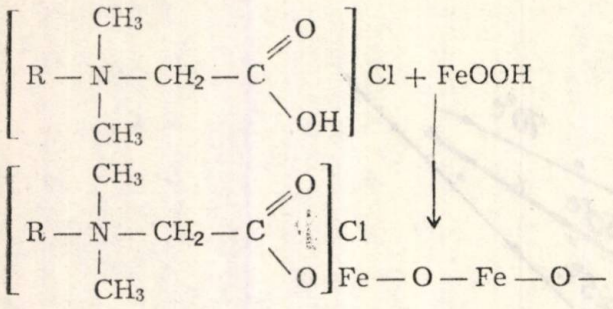


Fig. 12 Dependența gradului de acoperire de logaritmul concentrației pentru sarea cuaternară II la 25; 50 și 70°C.

rea oxizilor de pe suprafață după următorul mecanism :



Pentru sarea cuaternară II, eficiența de inhibiție se datorește prezenței mai multor grupări funcționale ce intervin în chemosorbția determinată de interacția orbitalelor de tip π ai moleculelor inhibitorului și suprafața metalică.

Orbitala de tip π provine din hibridizare $S\ p$ a legăturii $C \equiv N$.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Bonhoeffer, K.F., Jena, W.* : Z. Electrochem. 55.151 (1951).
[2] *Stern, M., Roth, R.M.* : J. Electrochem Soc. 104.390 (1957).
[3] *Stern, M.* : Corrosion, 14.440 t (1958).
[4] *Mansfield, F.* : „The polarisation Resistence Technique for measuring corrosion currents" in Advances in Corrosion Science and Technology" vol. VI de M.G. Fontana, R.W. Staehle. Plenum Press N.Y. 1976, p. 163—261.
[5] *Kaminski, M., Szklarska — Smialowska S.* : Corrosion Sci 13, 1973.
[6] *Temkin, M.J.* : Z. hur, Fiz. Khim, 15, 296, 1941.
[7] *Frunkin, A.N.* : Acta physicachimica, URSS, 19. 1. 1944.
[8] *Frunkin, A.N., Dolin, P., Ershler, B.V.* : Acta physica chimica, USSR, 13, 779, 1944.
[9] *Rozenfild, I.L.* : „Corrosion", 37, 7. p. 317, (1981).
[10] *Poling, G.W.* : J. of Electrochem. Soc. 114.12.1209, (1967).

CZ : 621.793 : 541.13 : 669.248.6

Cercetări în vederea asimilării produselor necesare realizării acoperirilor protector-decorative

Ing. Liliana **KÖNIG**, dpl. chim. Maria **DINESCU**, ing. Victor **POENARU** — I.C.T.C.M. — București

În preocupările privind elaborarea de tehnologii de protecție funcționale și decorative se înscriu și tehnologiile care vizează utilizarea electroliților cu viteză mare de depunere și respectiv a celor cu consum energetic redus, folosind produse realizate în țară.

Electroliți de acoperire cu viteză mare de depunere

Dintre electroliții de acoperire cu viteză mare de depunere fac parte și electroliții conținînd sulfamați de nichel.

Acești electroliți de nichelare și-au extins domeniul de aplicații în industrie, prezentînd avantaje ca : viteză mare de depunere, putere de pătrundere ridicată, stabilitate în exploatare, etc. Depunerile realizate din acești electroliți sînt ductile, au microstructură fină și uniformă, sînt stabile la temeraturi ridicate au proprietăți magnetice și de sudabilitate.

În studiile efectuate s-au experimentat mai multe variante de electroliți conținînd diferite calități de sulfamat de nichel indigene comparativ cu cele din import. Constituenții de bază ai electroliților studiați sînt : sulfamatul de nichel, acidul boric și clorura de nichel.

Sulfamatul de nichel constituie sursa ionilor de nichel depuși în procesul de reducere catodică. Solubilitatea ridicată a sulfamatului de nichel permite folosirea electroliților cu conținut mare de nichel, permițînd aplicarea densităților catodice de curent ridicate și implicit obținerea unor viteze mari de depunere.

Acidul boric stabilizează *pH*-ul electroliților fiind un agent de tamponare.

Clorura de nichel este un depolarizant anodic, îmbunătățind randamentul anodic de curent. S-a constatat interdependența dintre conținutul în cloruri a electroliților și natura anozilor utilizați. Utilizarea anozilor depolarizați cu sulf permite eliminarea clorurilor dintre constituenții electroliților.

Materialul anozilor are un rol important în asigurarea calității depunerilor. Pot fi utilizați anozi de nichel turanți sau laminați cu carbon, depolarizați laminați, electrolitici depolarizați cu sulf și nichel electrolitic pur.

Utilizînd electroliții avînd constituenții sus menționați s-a stabilit corelația între natura anozilor, conținutul de clorură de nichel, tensiunile interne precum și conținutul în sulf a depunerilor, redată în tabelul 1.

Influența naturii anozilor și a compoziției electroliților asupra tensiunilor interne ale depunerilor din electroliți cu sulfamați

Tabelul 1

Nr. crt.	Natura anozilor	Conținutul în clorură de nichel g/l	Tensiuni interne kg/mm²	Conținut în sulf a depunerii %
1.	Nichel electrolitic depolarizat cu sulf	0,0 0,8	3,5 T 4,6 T	0,003 0,003
2.	Nichel depolarizat	0,8 2,4 4,8	1,7 T 2,8 T 4,5 T	— 0,006 0,005
3.	Nichel laminat	2,4 4,8	4,6 T 3,3 T	— —
4.	Nichel turnat	2,4 4,8	1,3 T 1,5 T	— —
5.	Titan platinat	0,0	5,5 C	0,026

T — întindere
C — comprimare

Întrucît impuritățile din electroliții de nichelare cu sulfamați influențează negativ calitatea depunerilor, s-a studiat influența acestora asupra performanțelor electrodepunerilor. Impuritățile determină creșterea durității depunerilor, simultan cu reducerea ductilității, creșterea tensiunilor interne, scăderea puterii de pătrundere ca și a randamentului catodic. În tabelul 2 sînt redate rezultatele experimentărilor efectuate.

Proprietățile depunerilor

Experimentările efectuate denotă că proprietățile depunerilor de nichel sînt influențate de

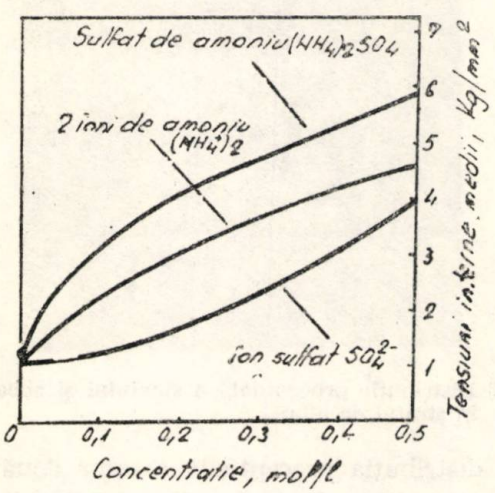


Fig. 1 Influența produșilor de hidroliză din electroliții cu sulfamați asupra tensiunilor interne.

condițiile operatorii, respectiv : pH, densitate de curent și temperatură. Acești factori influențează de asemenea hidroliza sulfamatului de nichel. Ionul sulfamat hidrolizează în soluții apoase conform reacției :

$$NH_2SO_3^- + H_2O \longrightarrow NH_4^+ + SO_4^{2-}$$

Viteza de hidroliză crește cu temperatura și scăderea pH-ului. Produșii hidrolizei pot determina în timp o creștere a tensiunior interne de tracțiune (fig. 1). Totuși în condițiile menținerii în parametri normali a procesului de electrodepunere (temperatură de 50 ... 60°C și pH = 2,5 ... 4,0), se constată că hidroliza este foarte redusă și nu afectează proprietățile depunerilor.

pH-ul electroliților influențează duritatea depunerilor, și anume prin creșterea pH-ului în domeniul 2,0 ... 5,0 duritatea se menține între 140 ... 180 HV, iar la valori mai mari (pH=5,5)

Influența impurităților asupra calității depunerilor de nichel

Tabelul 2

Nr. crt.	Impuritate	Conținut maxim ppm	Defecte	Conținut în electrolit purificat ppm
1.	Fier	200	Creșterea durității, tensiunii, ductilitate, putere de pătrundere și aderență mediocre	10
2.	Cupru	10	Ductilitate și putere de pătrundere mediocre, randament catodic scăzut, culoare închisă a depunerii	0,1
3.	Zinc	10	Randament catodic scăzut, ductilitate mediocră, piting striuri, creșterea durității	<1,0
4.	Plumb	2	Depuneri fragile după tratamentul termic, scăderea durității	<0,1
5.	Aluminiu	6	Depuneri arse	0
6.	Crom	2	Randament catodic redus, reducerea durității, ductilitate mediocră	0
7.	Impurități organice	—	Rugozitate, piting, putere de pătrundere scăzută, depuneri fragile și închise la culoare	—
8.	Compuși organici cu sulf	—	Depuneri fragile	—
9.	Agent tensioactiv în exces	—	Scăderea limitei maxime a densităților de curent admise, depuneri cu arborescențe	—

duritatea crește rapid la 400 HV. Pentru pH mai mic de 5,0 structura depunerilor este grosieră dar prezintă ductibilitate, iar la pH mai mare de 5,0 se constată creșterea durității, paralel cu scăderea ductilității și modificarea structurii (devine mai fină).

Se constată că prin creșterea densității catodice de curent structura devine mai grosieră, paralel cu scăderea durității și creșterea ductilității.

În privința influenței temperaturii se constată că pînă la 50°C rezistența mecanică crește, apoi scade, pe cînd ductibilitatea scade rapid prin creșterea temperaturii.

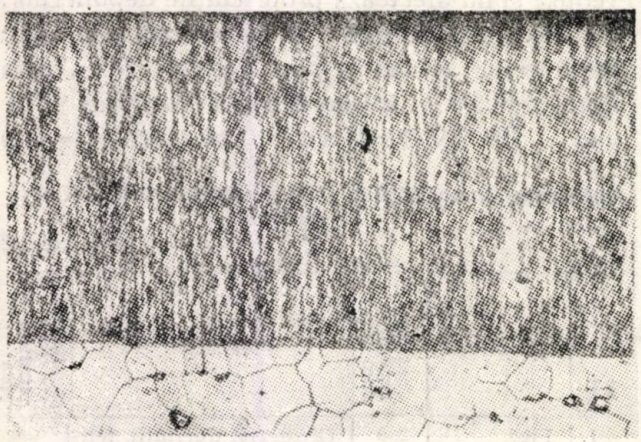


Fig. 2 Microstructura depunerii de nichel realizate din electroliți cu sulfamat asimilat în țară (x 500).

În concluzie electroliții de nichelare pe bază de sulfamați se comportă bine într-un domeniu larg al condițiilor operatorii și anume : temperatură 40 ... 60°C, densitate catodică de curent 2 ... 15 A/dm^2, pH = 3,0 ... 5,0 în condițiile filtrării continue a soluțiilor.

Utilizînd electroliți cu sulfamat de nichel realizat în țară s-au obținut depuneri cu o foarte bună aderență, structură microcristalină, de tip columnar (fig. 2), duritate 200 ... 230 $HV_{0,050}$, uniforme ca grosime, cu tensiuni interne reduse, diferențiindu-se din punct de vedere a sudabilității și a conținutului de cobalt.

Din considerentele sus menționate sulfamatul de nichel asimilat în țară poate fi utilizat în scopuri galvanotehnice generale, care nu impun restricții privind conținutul în impurități (cobalt, calciu, arsen, fier).

b) Tehnologie de protecție a metalelor cu consum energetic scăzut

Depunerea aliajului staniu-cobalt ca alternativă de înlocuire a straturilor decorative de crom pe piese mici, se înscrie pe linia reducerii consumurilor energetice, permițînd realizarea unei acoperiri electrochimice la temperatura ambiantă, folosind utilaje rotative de construcție clasică.

Experimentările de elaborare a acestei tehnologii au urmărit realizarea următoarelor performanțe : aspect decorativ similar depunerilor de crom, grosime uniformă, duritate (300 ... 400 $HV_{0,010}$), rezistență la uzură, rezistență la pătare și coroziune, structură microcristalină uniformă și compoziție chimică constantă în decursul exploatării electroliților.

Electroliții selectați în urma cercetării conțin săruri de staniu și cobalt sub formă de sulfați, stabilizatori ca de exemplu formaldehidă (care împiedică oxidarea ionilor de staniu bivalent la staniu tetravalent) și compuși organici complexanți pe bază de gluconat și aminici. Electrolitul conține săruri metalice asigurînd raportul Sn^{2+}/Co^{2+} = 1,5 ... 3,5, lucrîndu-se la pH alcalin de 7,8 ... 8,6. Se utilizează densități catodice de curent de 0,1 ... 1 A/dm^2 (optim 0,2 ... 0,4), temperaturi operatorii de 18 ... 30°C, în condițiile agitării mecanice catodice (1,2 .... 1,5 m/min. bară catodică sau 18 ... 22 rot/min. tamburi) și filtrării continue a electrolitului. Anozii sînt din oțel inoxidabil tip 18/8, timpul de depunere cca 15 minute (pentru grosimi 0,5 μm). Aliajul depus are compoziția de 12 .... 20% cobalt și 88 ... 80% staniu. Fig. 3

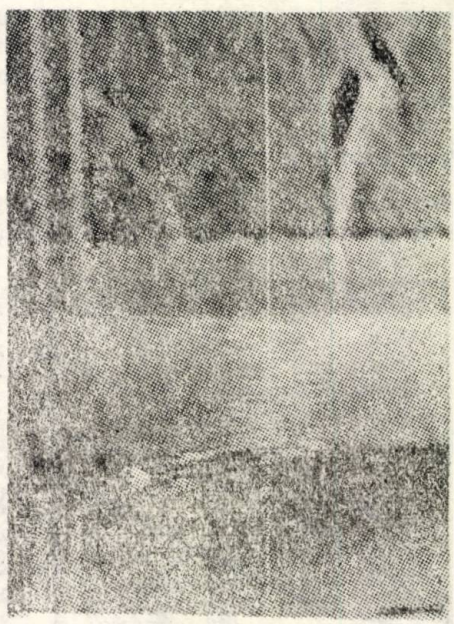


Fig. 3 Distribuția procentuală a staniului și cobaltului în stratul de aliaj.

redă distribuția procentuală a celor două elemente de aliere determinată cu sonda electronică.

Figura 4 prezintă distribuția cobaltului pe direcția de creșterea a stratului de aliaj.

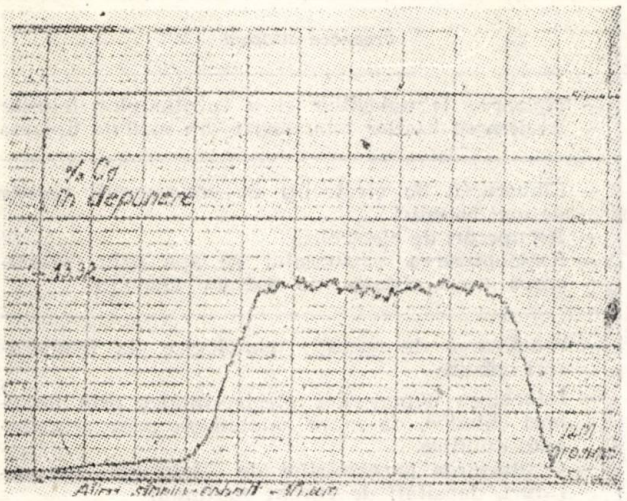


Fig. 4 Curba distribuției procentuale a cobaltului pe direcția de creștere a stratului la depunerea de aliaj staniu-cobalt.

Tehnologia de protecție cu staniu-cobalt poate fi aplicată utilizînd în exclusivitate săruri din producția indigenă, rezultate remarcabile obținîndu-se în domeniul tehnicii nucleare, electronică, optică, mecanică fină, etc.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Robert, Brugger*: Die galvanische vernicklung, Eugen G., Leuze Verlag Saulgau/Württ, 1981.

[2] *R.A.F. Hammond*: Le nickelage au bain de sulfamate, Galvano, nr. 419, 420, 421, 1972.

[3] x x x: Canning Handbook on Electroplating, W. Canning Co. Ltd., Birmingham 1980.

[4] *Brenner, A.*: Electrodeposition of Alloys, Pergamon Press, New-York, 1973.

[5] x x x: Brevet S.U.A. 4.029.556.

[6] x x x: Brevet S.U.A. 4.035.249.

[7] x x x: Brevet S.U.A. 2.618.638.

CZ : 621.793

Modernizarea tehnologică a liniilor de acoperiri metalice

Ing. Rodica **GAVĂT**, ing. Matei **DUMITRESCU** — I.C.T.C.M. București

Tendințe în industria constructoare de mașini și necesitatea de modernizare a liniilor tehnologice de acoperiri metalice

Stadiul actual de dezvoltare industrială impune modernizări în structurile de producție, în scopul ridicării nivelului tehnic și calitativ al produselor și al îmbunătățirii eficienței economice.

Pentru realizarea acestor obiective, se abordează — în general — mărirea flexibilității tehnologice, reducerea consumurilor de materiale, creșterea productivității muncii, modernizarea sistemelor de control tehnic de calitate.

În domeniul acoperirilor metalice se impune modernizarea pe aceleași principii, realizînd astfel alinierea la tendințele generale în construcția de mașini, așa cum se prezintă sintetic în tabelul 1.

Obiective de modernizare

Flexibilitatea tehnologică reprezintă un deziderat important al concepției moderne pentru liniile tehnologice și constă în crearea posibilităților tehnice de adaptare la noi cerințe în fabricație. În cadrul I.C.T.C.M. se află în curs de desfășurare acțiunea de tipizare a tehnologiilor, a substanțelor tehnologice și a modulelor de utilaje, în scopul obținerii unei rezolvări unitare în concepția liniilor de acoperiri metalice. Astfel, se creează premizele trecerii cu ușurință de la un proces tehnologic la altul, sau de modernizare a aceluiași proces prin înlocuirea unor module.

Prin această concepție a liniilor tehnologice, timpii de însușire a noilor tehnologii se scurtează considerabil față de perioadele anterioare, ținînd seama și de faptul că acțiunea de tipizare permite stabilirea furnizorilor unici pentru substanțe și utilaje.

Reducerea consumurilor de materiale. Pierderile de metale din procesele de acoperiri metalice datorate antrenărilor de electroliți pe piese conduc, pe lîngă pierderile de substanțe deficitare și uneori de import, la cantități mari de deșeuri în stațiile de neutralizare, situație ce creează dificultăți în exploatare. În tabelul 2 se prezintă pierderile de substanțe, în diverse procese de acoperiri metalice costurile denocivizării acestor substanțe și cantitatea de deșeuri la care conduce pierderea de substanțe.

Obiective de modernizare ale liniilor tehnologice de acoperiri metalice

Tabelul 1

Nr. crt.	Obiective de modernizare	Procedee utilizate
1.	Flexibilitatea tehnologică	— Tipizarea tehnologiilor și a substanțelor folosite — Realizarea liniilor tehnologice din module tipizate
2.	Reducerea consumurilor de materiale	— Elaborarea de electroliți cu concentrații reduse de ioni metalici — Recuperări de electroliți — Raționalizarea consumului de apă prin practicarea unor sisteme de spălare eficiente
3.	Reducerea consumurilor de energie	— Practicarea de operații tehnologice la temperaturi scăzute — Înlocuirea depunerilor electrochimice prin depuneri chimice, de mare randament prin procedee autocatalitice — Optimizarea parametrilor de electroliză (temperaturi, densități de curent continuu) — Implementarea sistemelor de recuperarea a căldurii din aerul evacuat prin instalațiile de ventilație
4.	Creșterea. productivității muncii	— Automatizarea transportului în cadrul liniilor tehnologice — Adoptarea de tehnologii care permit tratarea pieselor în vrac — Crearea de sisteme automate și semiautomate de alimentare cu soluții de lucru ; reglare automată a parametrilor de lucru
5.	Modernizarea sistemelor de control tehnic de calitate	— Urmărirea centralizată a proceselor tehnologice asistată de calculator

Față de aceste neajunsuri, prin modernizarea liniilor de acoperiri metalice se urmărește, printre alte obiective, și recuperarea parțială a electroliților din apele de spălare. Recuperarea se realizează prin practicarea unor sisteme de spălare multiplă cu consum redus de apă, dirijat prin instalații automate, acțiune care conduce la obținerea unor semiconcentrate ce se reintroduc în băile principale, pentru compensarea pierderilor prin evaporare și antrenare pe piese.

În acest mod se realizează o reducere substanțială a deșeurilor la stațiile de neutralizare.

În preocupările I.C.T.C.M. se află teme care vizează concentrarea suplimentară a soluțiilor recuperate, în scopul măririi gradului de recuperare la sistemele deja realizate.

Raționalizarea consumului de apă se obține prin practicarea sistemelor de spălare multiplă, cu consecințe benefice asupra activității

Pierderi specifice la operația de spălare
date obținute experimental pentru piese cu profil simplu

Tabelul 2

Nr. crt.	Denumirea procesului tehnologic	Pierderi electrolit [ml/m² piese]	Metal pierdut [g/m² piese]	Metal pierdut [lei/m² piese]	Costuri substanțe pentru denocivizare [lei/m² piese]	Costuri totale [lei/m² piese]	Cantitatea de deșeuri cu umiditate 80% [g/m² piesă]
1.	Cromare dură	150	18,5	1,11	1,43	2,54	185
2.	Nichelare	103	7,9	0,56	0,02	0,58	63
3.	Argintare	103	4,9	35,00	1,00	36,00	30
4.	Aurire	100	0,4	266,00	0,20	266,20	3
5.	Zincare cianurică	65	2,3	0,04	1,50	1,54	18
6.	Cuprare acidă	56	2,8	0,1	0,04	0,14	20

de protejare a mediului înconjurător. Aceasta conduce și la micșorarea corespunzătoare a cheltuielilor pentru stațiile de neutralizare.

Reducerea consumurilor de energie. Liniile de acoperiri metalice consumă energie funcție de tehnologiile practicate, productivitate, regimul de lucru, etc., cu consumul specifice situate între 50.000 și 250.000 kcal/m² piese acoperite.

La aceste consumuri se constată structura prezentată în tabelul 3.

Structura consumurilor energetice pentru cazurile reprezentative ale liniilor de acoperiri metalice

Tabelul 3

	%	
Încălzire băi	30	45
Curent continuu	24	37
Ventilație evacuare noxe	3	1,5
Ventilație (introducere aer proaspăt)	40	16.0
Mecanisme	0,5	0,1
Alte consumuri	2,5	0,4
	100,0	100,0

Avînd în vedere ponderea importantă a consumurilor de energie pentru încălzirea băilor, pentru ventilație și pentru curentul continuu necesar proceselor electrolitice, acțiunea de modernizare vizează :

— adoptarea proceselor tehnologice cu operații la temperaturi scăzute ;

— optimizarea sistemelor de ventilație incluzînd recuperarea căldurii din aerul evacuat prin ventilație și folosirea acesteia la preîncălzirea aerului proaspăt.

În preocupările I.C.T.C.M. intră, de asemenea, elaborarea de procedee de acoperiri metalice pe cale chimică, tehnologii cu concentrații reduse de nocivități care în viitor vor contribui la reducerea consumurilor de energie ale liniilor tehnologice.

Creșterea productivității muncii. Căile de modernizare a liniilor de acoperiri metalice în scopul creșterii productivității muncii, sînt cele prin care se reduce cantitatea de muncă manuală, precum și cele care urmăresc eliminarea întreruperilor tehnologice în procesul de producție.

Astfel, automatizarea transportului șarjelor în cadrul liniilor are deja tradiție în țara noastră. Introducerea acestui sistem, în cadrul acțiunii de modernizare a liniilor de acoperiri metalice, se va impune odată cu extinderea tipizării în cadrul tehnologiilor generale în construcția de mașini, care vizează — între alte obiective — mărirea seriilor de fabricație.

În scopul reducerii manoperei pentru încărcarea și descărcarea pieselor, modernizarea vizează, în cazul cromării, adoptarea tehnologiei de înlocuire cu depunere de aliaje ce pot fi tratate în vrac.

Tot în scopul creșterii productivității muncii, se preconizează realizarea unor sisteme de alimentare cu soluții de lucru al căror grad de automatizare se acordă cu productivitatea liniilor tehnologice.

Modernizarea sistemelor de control tehnic de calitate. În ultima vreme, prin abordarea lucrărilor tehnologice ale domeniilor de vîrf ale industriei, a apărut necesitatea aplicării unor sisteme de control al proceselor tehnologice prin folosirea tehnicii de calcul. În cadrul acestora, se prevede crearea unor centre de urmărire a desfășurării proceselor tehnologice, cu afișare a parametrilor de lucru pe ecrane display și înregistrarea acestora ca document al loturilor de fabricație.

Aplicarea unor astfel de sisteme de control, ținînd seama de costurile mari necesare, rămîne ca perspectivă de modernizare a liniilor tehnologice în măsura în care valoarea producției o va justifica.

Din cele prezentate, se constată că — față de cheltuielile practicate — în prezent în liniile de acoperiri metalice pentru puneri în funcțiune, materiale, energie, manoperă, există mari posibilități de reducere, aplicînd principii moderne în concepția tehnologică și în organizarea fabricației.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Rituper, R.:* Wärmerückgewinnungsanlagen in der Galvanotechnik-Galvanotechnik, 75 (1984), nr. 5, 570 ... 579.

[2] *Reither, K.:* Wärmerückgewinnung aus der Fortluft in der Galvanik Galvanotechnik, 72 (1981). nr. 3, 249—253.

[3] *Benninghoff, H.:* Rückgewinnen von Metallverbindungen und Metallen in der Oberflächentechnik Metalloberfläche, 40 (1986), 10, 420—431.

[4] *Eulitz, G.:* Umweltschutz und Recycling in der Galvanotechnik, Trends in der Abwasserbehandlung. Metalloberfläche, 39 (1986), 9, 380—386.

[5] *Schene, H.:* Rationelle Spülverfahren in der Galvanotechnik. Galvanotechnik, 72 (1981), nr. 6, 633—640.

CZ : 621.35/541.13 : 621.793 : 669.3

Proprietățile unui electrolit acid de cuprare cu concentrație scăzută de metal la confecționarea circuitelor imprimate

Dr. chim. Ernest **GRÜNWALD**, ing. Antal **WILLING** — Întreprinderea de Electronică Industrială și Automatizări — Cluj-Napoca
Ing. Mihai **HARSÁNYI**, ing. Iulia **HARSÁNYI** — Centrul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Articole Casnice — Secția 2 — Satu-Mare

Introducere

Industria, de multe ori, impune cerințe contrar opuse față de tehnologiile de galvanizare. Pe de o parte, este necesar ca stratul metalic depus să asigure o rezistență corespunzătoare față de coroziune. Concomitent cu efectul protector solicitat, nu sînt de neglijat nici proprietățile fizice, chimice și mecanice ale depunerilor galvanice. Pe de altă parte, însă, se tinde din ce în ce mai mult, la obținerea cît mai economicoasă a straturilor metalice. Productivitatea tehnologiilor galvanice se poate mări cu viteze mari de depunere, deci, cu ridicarea densității de curent.

În ultimii ani, legătura galvanotehnicii cu mediul înconjurător a devenit tot mai accentuată. Toate aceste împrejurări — într-o măsură mare — au îndreptat tehnologiile galvanice pe căi noi. Datorită greutăților și eforturilor tot mai mari în privința tratării apelor reziduale, este necesară, în primul rînd, eliminarea cianurilor foarte toxice din tehnologiile de galvanizare. Trebuie, deci, elaborate metode și tehnologii lipsite de substanțe complexogene toxice, care să asigure pentru industrie viteze de depunere corespunzătoare (cca 1 μm/min) și depuneri metalice cu proprietăți îmbunătățite.

Puterea de dispersie a electroliților acizi cunoscuți s-a putut mări prin micșorarea concentrației ionului metalic, respectiv cu mărirea conductivității specifice a soluției. Apariția polarizării de difuziune datorită concentrației scăzute de metal, asemănătoare cu polarizarea de reacție observată la electroliții cu conținut de cianură, îmbunătățește puterea de macro-dispersie a băilor galvanice. În urma micșorării concentrației de metal, se înrăutățesc însă proprietățile depunerilor metalice obținute. Aceste greutăți se pot elimina prin utilizarea unor substanțe chimice adecvate, confirmate de-a lungul anilor în practica industrială [1, 2].

În urma celor relatate și pe baza unor considerente teoretice, s-a elaborat un electrolit de cuprare acidă cu conținut scăzut de metal, cu proprietăți îmbunătățite, pentru confecționarea circuitelor imprimate cu găuri metalizate.

Considerente teoretice

S-a pornit de la necesitatea uniformității depunerilor de cupru pe suprafețele interioare ale găurilor cu un diametru de 0,6 ... 1,0 mm, executate pe plăcile de sticlostratitex dublu placate cu cupru în vederea realizării unui circuit imprimat cu complexitate ridicată.

Așa cum este cunoscut, puterea de dispersie a electroliților galvanici, pe lîngă parametrii geometrici și conductivitatea electrică a soluției, este determinată și de condițiile de polarizare, adică de panta curbei de polarizare [3, 4]. Repartizarea grosimii stratului este, de asemenea, modificată de raportul radamentului de curent densitatea de curent. În electroliții cianurici cunoscuți, panta abruptă a curbelor de polarizare este cauzată de curentul de reacție limită, adică mai corect, de supratensiunea de reacție. Comparînd funcțiile reacției, difuziunii și supratensiunea de trecere densitate de curent, se constată fenomenul cunoscut, și anume, că o pantă abruptă, asemănătoare supratensiunii de reacție, poate fi cauzată numai de supratensiunea de difuzie. Acest lucru este demonstrat clar în diagramele din figurile 1 și 2, unde sînt reprezentate curbele de polarizare a electroliților de cuprare acidă cu concentrație scăzută și ridicată de metal, respectiv de cuprare pe bază de pirofosfat și cianură. În cazul electrolitului cu conținut scăzut de metal, densitatea de curent limită se situează în jurul valorilor de 1 ... 2 A/dm^2, astfel că panta curbei în domeniul densităților de curent aplicabile în practică este foarte abruptă. Deci, dacă odată cu scăderea concentrației ionului metalic se produce o polarizare de difuziune, puterea de pătrundere a băii trebuie să se îmbunătățească. Conductivitatea electrică a electrolitului se poate asigura cu o concentrație ridicată de ioni de hidrogen.

Compoziția electroliților încercați a fost următoarea :

a) Cuprare acidă cu concentrație ridicată de metal :

— $CuSo_4.5H_2O$ 220 g/l
— H_2HO_4 60 g/l
— HCl 30 mg/l
— agent de luciu „Novostar" 10 ml/l

b) Cuprare acidă cu concentrație scăzută de metal :

— $CuSo_4.5H_2O$ 30 g/l
— H_2SO_4 150 g/l
— HCl 20 mg/l
— $(NH_4)_2SO_4$ 80 g/l

c) Cuprare pe bază de pirofosfat :

— $Cu_2P_2O_7.3H_2O$ 100 g/l
— $K_4P_2O_7$ 250 g/l
— NH_4OH 2,5 g/l
— oxalat de potasiu 30 g/l
— azotat de potasiu 8 g/l

S-a constatat că puterea de dispersie a unui electrolit de cuprare acidă cu concentrație scăzută de cupru și concentrație ridicată de acid sulfuric este foarte bună [5], dar depunerea obținută practic este inutilizabilă.

Reducerea concentrației de metal în electrolit are efect, în primul rînd, asupra scăderii randamentului de curent. Dacă densitatea de curent limită se situează în jurul valorii de 1 A/dm^2, densități mai mari de curent nu vor mări, în continuare, viteza de depunere a metalului, vor favoriza însă degajarea hidrogenului, ceea ce cauzează scăderea bruscă a randamentului de curent.

Probleme apar și la agitarea electrolitului, deoarece procesele de electrod sînt extrem de sensibile la agitare. Supratensiunea de difuziune este funcție de grosimea stratului de difuziune ; cu intensificarea agitării electrolitului, se modifică grosimea stratului de difuziune, și, cu aceasta, și alura curbei de polarizare. De aici, rezultă că pe suprafața unei piese cu profil complicat condițiile de curgere sînt extrem

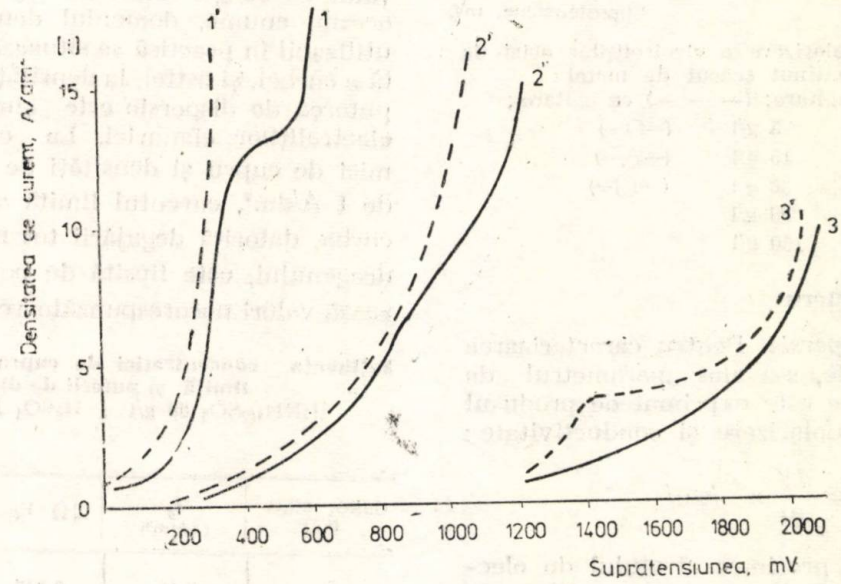


Fig. 1 Curbele de polarizare a electroliților de cuprare acidă (1,1'), cuprare cu pirofosfați (2,2') și cuprare cianurică (3,3') :
(———) fără agitare; (— — —) cu agitare.

d) Cuprare cianurică :

— CuCN 80 g/l
— KCN 125 g/l
— KCN liber 5 . . . 10 g/l
— KOH 10 g/l
— KCNS 10 g/l
— sulfatiazol 5 g/l
— romopal LN 5 g/l

de variate în cazul agitării și repartizarea densității de curent va fi determinată, deci, nu de una, ci de o serie de curbe de polarizare.

Un factor important este și structura stratului metalic depus din electroliții cu conținut scăzut de metal. În asemenea soluții, în care viteza de depunere a metalului este determinată de difuziune, separarea metalului cu viteza cea mai mare are loc, în primul rînd, pe vîrfurile cristaliților, ceea ce cauzează asperi-

zarea superficială a depunerii metalice. Acest lucru, practic, ar însemna că din asemenea electroliți nu se pot obține depuneri compacte, netede și lucioase [6].

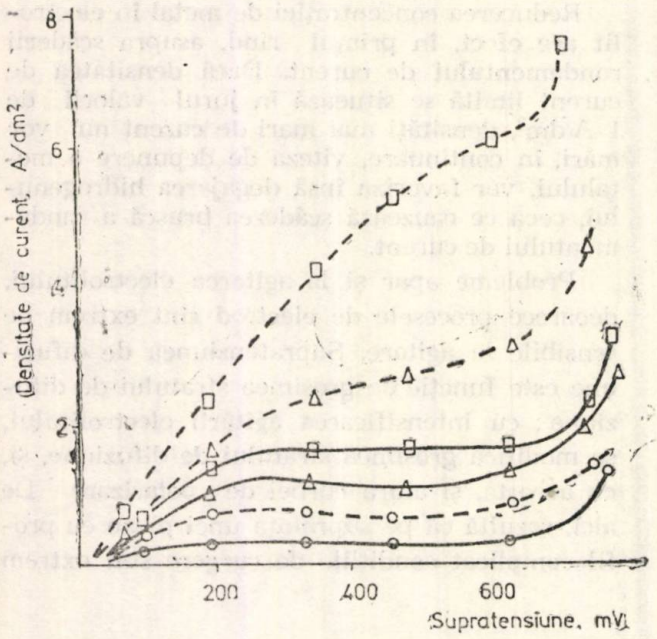


Fig. 2 Curbele de polarizare a electroliților acizi de cuprare cu conținut scăzut de metal: (———) fără agitare; (— — —) cu agitare;

$CuSo_4.5H_2O$	5 g/l	(—○—)
	15 g/l	(—△—)
	30 g/l	(—□—)
$(NH_4)_2SO_4$	80 g/l	
H_2SO_4	150 g/l	

Parametrii de lucru

Puterea de dispersie. Pentru caracterizarea puterii de dispersie, s-a ales „parametrul de polarizare" [7] care este exprimat de produsul pantei curbei de polarizare și conductivitate:

$$P = \frac{dV}{di} \varkappa \quad /\text{cm}/$$

P este egal cu grosimea stratului de electrolit, a cărei rezistență cauzează o scădere de potențial, echivalentă cu polarizarea. Asupra mărimii parametrului de polarizare, tabelul 1 conține o privire generală unde sînt trecute datele celor trei tipuri de electroliți de cuprare. Se poate observa că între electrolitul de cuprare acidă, cu putere de dispersie slabă, și electrolitul cianuric există o diferență de o unitate.

În tabelul 2 sînt prezentate valorile puterilor de dispersie, la diferite concentrații de cupru. În acest caz, relația concentrație-putere de dispersie nu este unanimă, întrucît la o concentrație de cupru de 15 g/l arată aparent un maxim. Această contradicție este clarificată de figura 2, în care s-au trasat curbele de polarizare a electroliților acizi de cuprare cu conținut de 5, 15 și 30 g/l $CuSO_4$, în băi fără și cu agitare.

Parametrii de polarizare la diferiți electroliți de cuprare

Tabelul 1

Tipul băii		[cm⁻¹]	dV/di	dV/di ·ϰ
Cupru acid (20°C)	fără agitare	0,179	1,82	0,319
	cu agitare	0,179	1,19	0,207
Cupru cu pirofosfat (50°C)	fără agitare	0,185	20,04	3,68
	cu agitare	0,185	1,14	1,68
Cupru cianuric (50°C)	fără agitare	0,216	7,26	1,58
	cu agitare	0,216	6,96	1,51

Panta curbei s-a determinat la densitatea de curent de 2 A/dm². Se poate vedea că punctul de lucru ales cade pe diferitele porțiuni ale curbei de polarizare. Pentru practică, cel mai adecvat electrolit pare a fi cel cu un conținut de 30 g/l sulfat de cupru, cu agitare. La acesta, anume, domeniul densității de curent utilizabil în practică se situează pe panta dreaptă a curbei, și astfel, la densități de curent medii, puterea de dispersie este similară cu cea a electroliților cianurici. La concentrații mai mici de cupru și densități de curent mai mari de 1 A/dm², curentul limită se depășește, iar curba, datorită degajării tot mai intense a hidrogenului, este lipsită de polarizare și furnizează valori necorespunzătoare.

Influența concentrației de cupru asupra curentului limită și puterii de dispersie
[$(NH_4)_2SO_4$ 80 g/l + H_2SO_4 150 g/l)]

Tabelul 2

$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (g/l)	i_g (A/dm²)	ϰ[Ω⁻¹ cm⁻¹]	dV/di	dV/di ϰ
5	0,1	0,345	2,72	0,94
15	0,6	0,345	14,2	5,01
30	12	0,345	5,00	1,72

Influența agitării. Efectul acestui parametru este prezentat în tabelul 3. Electroliții cu conținut de cupru prezentați, au fost supuși agitării cu 500, respectiv 1000 rot/min. Concomitent, au fost trasate și curbe de polarizare. Cele mai favorabile relații se obțin în cazul electrolitului cu un conținut de 30 g/l sulfat de cupru. Electroliții cu concentrații mai mici de cupru sînt sensibili la agitare.

Randamentul de curent. Cum s-a putut observa, în cazul electroliților cu conținut scăzut de metal, curentul limită se situează în domeniul densităților de curent de lucru (din care cauză se poate conta la scăderea randamentului de curent).

Dependența parametrului de polarizare de agitarea electrolitului la diferite concentrații de cupru
[$(NH_4)_2SO_4$ 80 g/l + H_2SO_4 150 g/l)]

Tabelul 3

Modul agitării	$CuSO_4 . 5H_2O$ (g/l)		
	5	15	30
Fără agitare	0,94	0,94	1,20
Agitare I.	0,03		1,72
Agitare II.	0,88	5,01	1,20

În electroliții de cuprare pe bază de pirofosfați și cianuri, supratensiunea de hidrogen este de circa 600, respectiv 1000 mV, ceea ce corespunde la o densitate de curent de circa 1 A/dm². Randamentul de curent în aceste băi, în condițiile industriale, este mai mic ca 100%. În electroliții acizi de cuprare cu un conținut de circa 1 mol (60 . . . 65 g/l Cu), supratensiunea de hidrogen este de aproximativ 800 mV, dar luînd în considerare depunerea cuprului, aproape lipsită de polarizare, aceasta corespunde la o densitate de curent mai mare de 10 A/dm² (fig. 2). Randamentul de curent în băile acide de cuprare, în condițiile practice este de 100%. Dacă scade concentrația cuprului supratensiunea de hidrogen rămîne neschimbată, dar curentul limită scade. Scade deci — privind densitățile de curent industriale de 2 . . . 5 A/dm² — și randamentul de curent. Figura 3 prezintă randamentul de curent, funcție de concentrația cuprului.

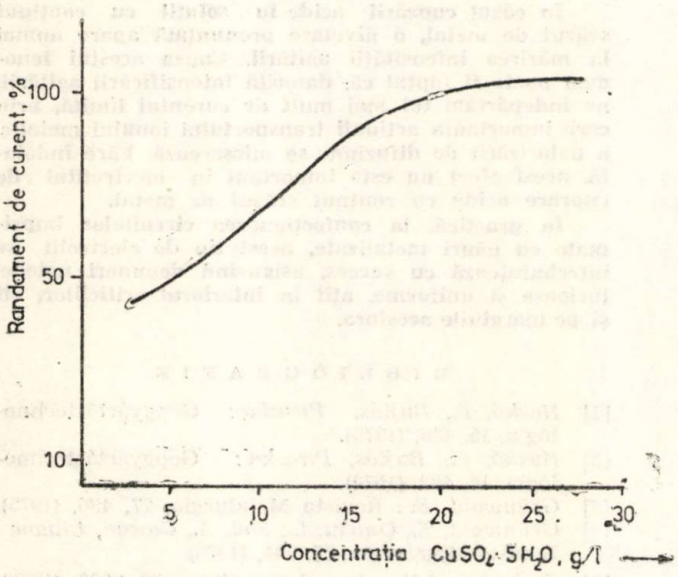


Fig. 3 Dependența randamentului de curent în funcție de concentrația sulfatului de cupru la 1 A/dm²
[$(NH_4)_2SO_4$ 80 g/l + H_2SO_4 150 g/l)]

În domeniul concentrației sulfatului de cupru de 15 . . . 30 g/l, randamentul de curent se modifică în măsură mare cu concentrația metalului. În figura 4 este reprezentat randamentul de curent în funcție de densitatea de curent, la o concentrație de sulfat de cupru de 15 și 30 g/l. În urma agitării intensive a electrolitului cu aer comprimat, în soluțiile diluate, randamentul de curent crește aproximativ de două ori ; în soluțiile concentrate, importanța efectului agitării este mai mică.

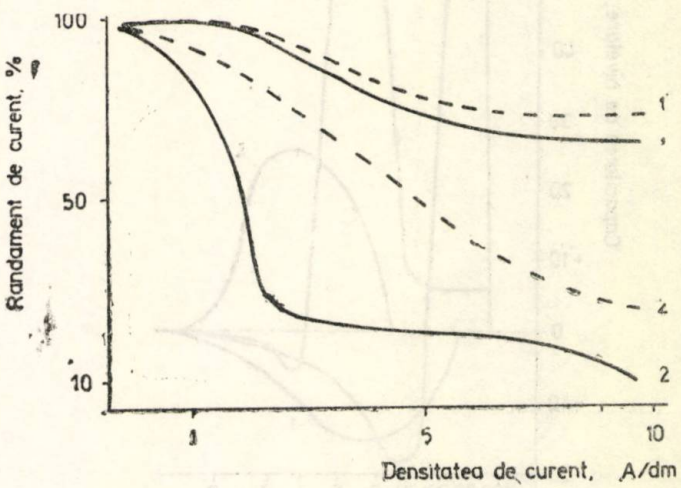


Fig. 4 Modificarea randamentului de curent în funcție de densitatea de curent în băi acide de cuprare cu conținut scăzut de metal :
(———) fără agitare; (— — —) cu agitare;
[$(NH_4)_2SO_4$ 80 g/l + H_2SO_4 150 g/l)]
1,1' — 30 g/l $CuSO_4.5H_2O$
2,2' — 15 g/l $CuSO_4.5H_2O$

Influența unor adaosuri asupra puterii de nivelare

Pentru verificarea influenței unor adaosuri în electrolitul de cuprare acidă cu conținut de metal asupra puterii de dispersie, s-au utilizat reactivi c.p. Măsurările au fost efectuate la temperatura de 20±0,5°C, cu termostatare. Electrodul de lucru a fost un electrod disc rotitor, confecționat din alamă, care înainte de experiențe a fost acoperit cu un strat de cupru cu o grosime de 1 μm, din același electrolit. Electrodul de referință a fost un electrod de cupru. Curbele de polarizare au fost trasate în condiții potențiodinamice, aplicînd o viteză de polarizare de 300 mV/minut.

Compoziția electrolitului studiat de data aceasta a fost :

— $CuSO_4 . 5H_2O$ 30 g/l
— H_2SO_4 150 g/l
— HCl 20 mg/l

— polietilenglicol, greut. moleculară 4000 0,5 ... 1 g/l
— tiouree 0,25 ... 1,0 mg/l

Figura 5 prezintă valorile determinărilor obținute la diferite concentrații ale adaosurilor. Se poate observa, că la viteza de rotații mici, nivelarea este negativă, iar la viteze mari, pozitivă.

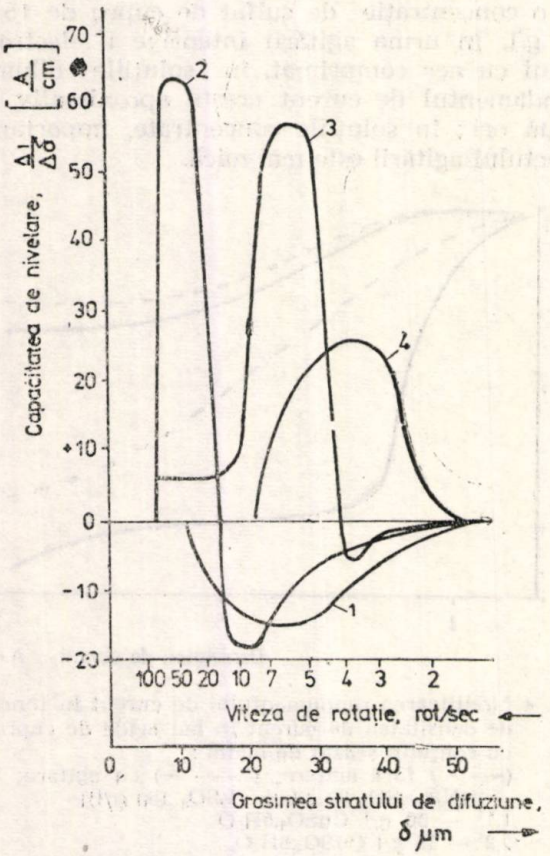


Fig. 5 Influența grosimii stratului de difuzie asupra capacității de nivelare a unui electrolit de cuprare acidă cu concentrație scăzută de metal, la o supratensiune (η) de 250 mV și la diferite concentrații de adaosuri :
1 — 0,5 g/l PEG + 0,25 mg/l tiouree
2 — 0,65 g/l PEG + 0,50 mg/l tiouree
3 — 0,75 g/l PEG + 0,75 mg/l tiouree
4 — 1,0 g/l PEG + 1,0 mg/l tiouree

Așa cum s-a mai menționat anterior [1], cuprul din electrolitul cu conținut scăzut de metal (30 g/l $CuSO_4.5H_2O$) se depune în condiții de difuziune. Rolul difuziunii în aceste tipuri de electroliți este însemnat și sub potențialele de semiundă.

Figura 6 prezintă curbele $i - \sqrt{\omega}$, obținute din electrolitul de cuprare acidă studiat, la diferite potențiale. Concentrațiile adaosurilor au fost aplicate în cantitățile prezentate în figura 5.

Așa cum se poate observa, la viteze mici de rotație, difuziunea ionului metalic este determinantul vitezei, deoarece, cu mărirea vitezei de rotație, curentul măsurat la potențialul constant crește.

La obținerea unei valori maxime, densitatea de curent scade, indicînd că rolul determinării vitezei a fost preluat de viteza de difuziune a agenților de lucru, respectiv nivelare. Este interesant, că la mărirea concentrației adaosurilor, curbele obținute devin tot mai ascuțite, iar la concentrații de 1 mg/l tiouree și 1 g/l PEG, la supratensiuni mici, ele dispar. Acest fenomen, probabil, este în legătură cu absorbția foarte intensivă, în special, a tioureei.

La concentrații scăzute de tiouree, depunerile au fost mate. Cu mărirea concentrației de tiouree, luciul depunerii crește ; scade însă efectul de nivelare.

Dacă concentrația de tiouree se mărește în așa măsură, încît, și la un conținut de cupru atît de scăzut, să se obțină depuneri lucioase; efectul de nivelare dispare. În consecință, luciul și efectul de nivelare nu sînt întotdeauna fenomene care apar concomitent.

Se mai menționează că soluțiile de cuprare numai cu conținut de tiouree nu se pot utiliza în tehnică. În astfel de condiții de agitare, unde valoarea maximă a efectului de nivelare apare numai în domenii foarte restrînse de agitare, obținerea depunerilor utilizabile de cupru pentru scopuri industriale, este imposibilă.

Concluzii

Încercările au demonstrat că în electrolitul de cuprare acidă cu conținut scăzut de cupru, în care difuziunea ionilor metalici joacă un rol important, în prezența unor adaosuri adecvați, se poate obține o microputere de dispersie pozitivă, adică o nivelare. Acest lucru este dovedit de maximul obținut la modificarea concentrației inhibitorilor și dispariția nivelării la viteze mari de rotație.

În cazul cuprării acide în soluții cu conținut scăzut de metal, o nivelare pronunțată apare numai la mărirea intensității agitării. Cauza acestui fenomen poate fi faptul că, datorită intensificării agitării, ne îndepărtăm tot mai mult de curentul limită, prin care importanța acțiunii transportului ionului metalic, a polarizării de difuziune se micșorează. Fără îndoială, acest efect nu este important în electrolitul de cuprare acidă cu conținut scăzut de metal.

În practică, la confecționarea circuitelor imprimate cu găuri metalizate, acest tip de electrolit se întrebuințează cu succes, asigurînd depuneri netede, lucioase și uniforme, atît în interiorul orificiilor, cît și pe marginile acestora.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Haskó, F., Bujtás, Piroska :* Gépgyártástechnológia, 15, 486, (1975).
[2] *Haskó, F., Bujtás, Piroska :* Gépgyártástechnológia, 14, 403, (1974).
[3] *Grünwald, E.* : Revista Metalurgia, 27, 436, (1975).
[4] *Grünwald, E., Oniciu, L., Soó, A., Ciocan, Liliana* : Revista Metalurgia, 27, 504, (1975).
[5] *Dudarjev, J.M.* : Jurnal Fiz. Chim. 32, 2500, (1958).
[6] *Ibbl, N.* : Diffusion Layers. Oberfläche 66, Foster Verlag, Zürich, 1967.
[7] *Wagner, C.:* Chem. Ing. Technik; 32, 1, (1960).

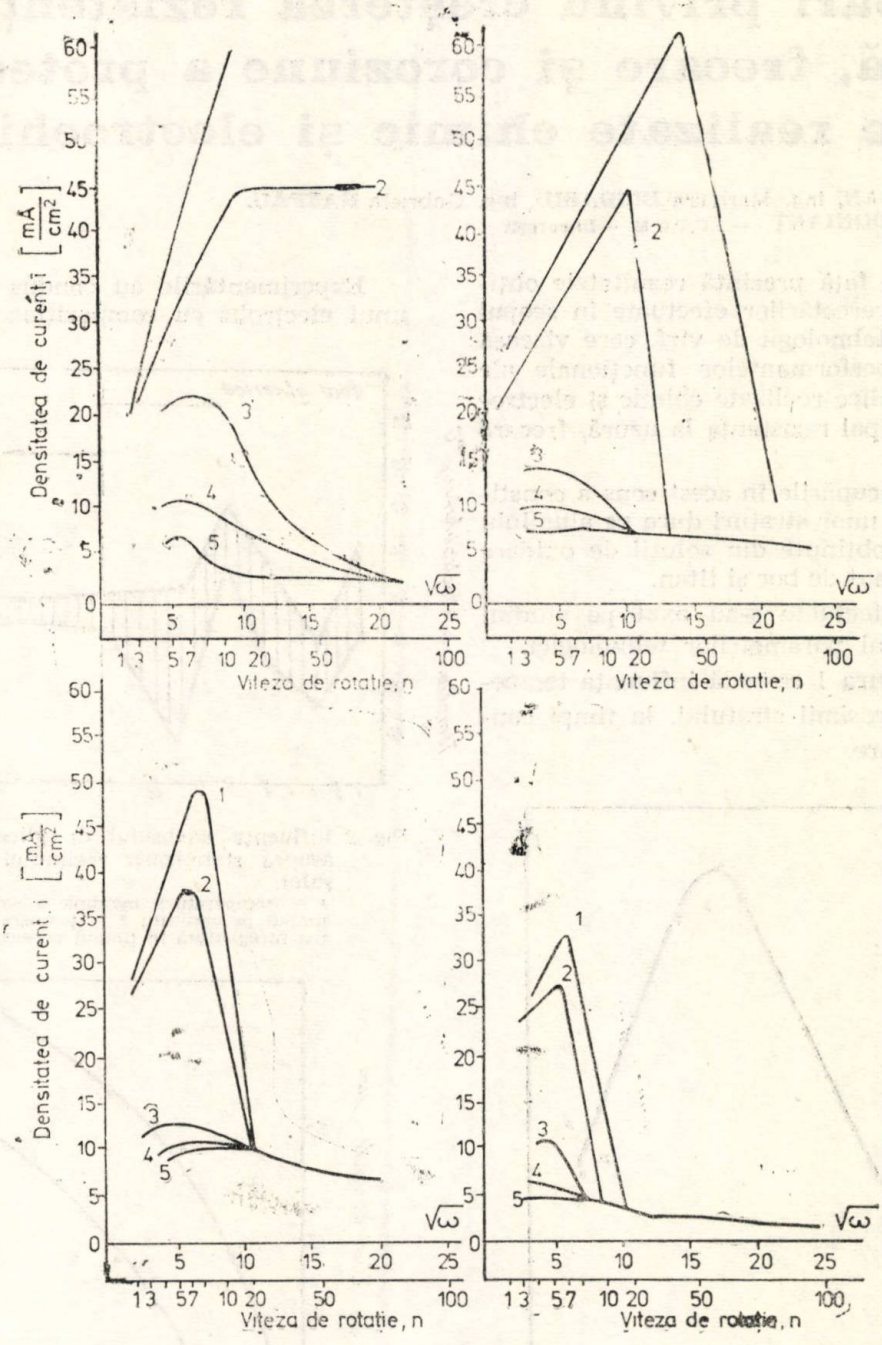


Fig. 6 Curbele densitate de curent $i - \sqrt{\omega}$ a electrolitului de cuprare acidă cu conținut scăzut de metal în prezența adaosurilor de tiouree și PEG la diferite supratensiuni;
a) 0,25 mg/l tiouree + 0,5 g/l PEG
b) 0,50 mg/l tiouree + 0,65 g/l PEG
c) 0,75 mg/l tiouree + 0,75 g/l PEG
d) 1,0 mg/l tiouree + 1,0 g/l PEG
Curba 1 — 300 mV
2 — 250 mV
3 — 200 mV
4 — 150 mV
5 — 100 mV

CZ : 621.793 : 541.13 : 620.197

Preocupări privind creșterea rezistenței la uzură, frecare și coroziune a protecțiilor metalice realizate chimic și electrochimic

Ing. Arpiar **SACHIAN**, ing. Mariana **BLIDARIU**, ing. Gabriela **HARPĂU**, ing. Gheorghe **ANDONIANȚ** — I.C.T.C.M. — București

Lucrarea de față prezintă rezultatele obținute în cadrul cercetărilor efectuate în scopul elaborării unor tehnologii de vîrf, care vizează îmbunătățirea performanțelor funcționale ale protecțiilor metalice realizate chimic și electrochimic, în principal rezistența la uzură, frecare și coroziune.

Una din preocupările în acest sens a constituit-o realizarea unor straturi dure pe aluminiu și aliajele sale, obținute din soluții de oxidare anodică cu conținut de bor și titan.

Cercetările efectuate s-au axat pe studiul electroliților și al parametrilor tehnologici.

Astfel, în figura 1 se redă influența temperaturii asupra grosimii stratului, la timpi constanți de anodizare.

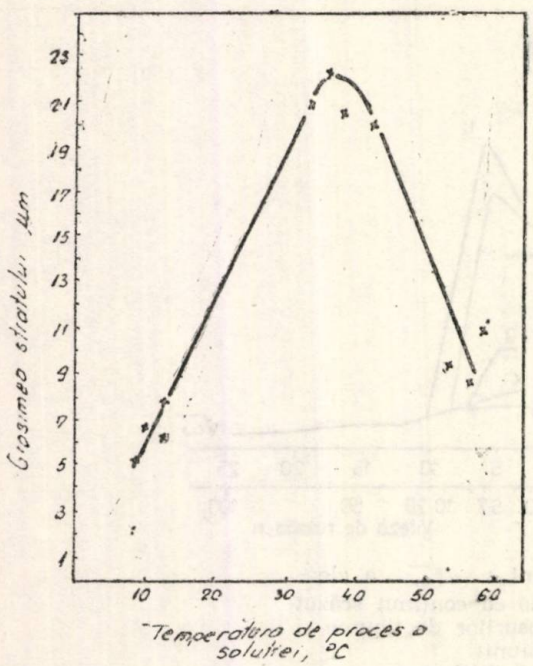


Fig. 1 Influența temperaturii de lucru asupra grosimii finale a stratului de protecție obținut. Timpi de ematalizare : 80 ... 90 minute.

În figura 2 se redă influența adaosurilor pentru realizarea unui regim termic stabil al procesului, iar în figura 3 — influența adaosurilor de acid oxalic asupra grosimii stratului de oxizi.

Experimentările au condus la elaborarea unui electrolit cu compoziția : acid oxalic 6—

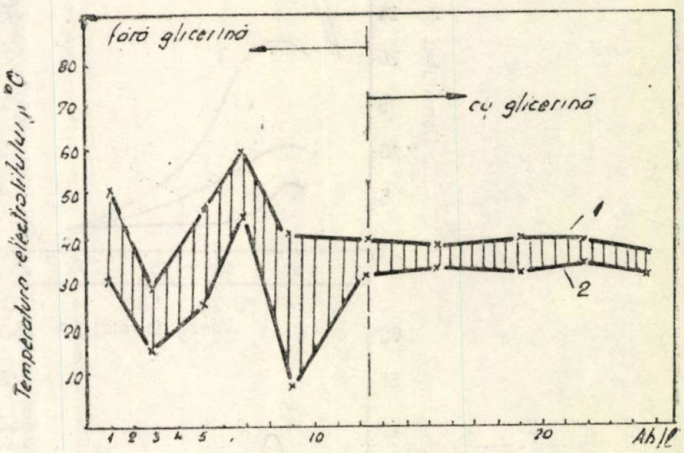


Fig. 2 Influența adaosului de glicerină în electrolit asupra stabilizării regimului termic al procesului.
1 — temperatura maximă a soluției înregistrată în timpul procesului ; 2 — temperatura minimă a soluției înregistrată în timpul procesului.

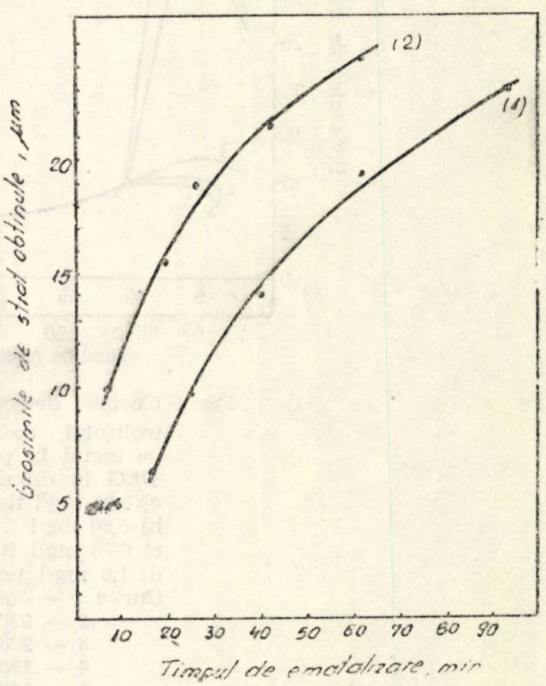


Fig. 3 Influența adaosului de acid oxalic asupra grosimii straturilor obținute, raportată la timp.
1 — electrolit nr. 1 (tab. 1) ; 2 — electrolit nr. 3 (tab. 2).

8 g/l, acid citric 1,5—2 g/l, acid boric 8—10 g/l, component cu titan 40—50 g/l, glicerină 8—10 g/l.

Cu acest electrolit s-au realizat pelicule cu următoarele performanțe : grosime strat 10—20 microni, aspect uniform, duritate 500—600 $HV_{0,050}$, rugozitate 0,4—0,5 μm, aderență foarte bună, rezistență la coroziune foarte bună (168 ore la testul de coroziune accelerată în ceață salină fără urme de coroziune), rezistență la abraziune 10,3 min./μm (test cu jet liber de abraziv) și o rezistență la șoc termic de asemenea foarte bună $\Delta t = 300/20°C$.

O altă preocupare din domeniul protecțiilor de coroziune a constituit-o realizarea structurilor de pasivare a zincului, în scopul obținerii unei rezistențe la coroziune superioare în comparație cu soluțiile clasice cunoscute.

Formarea pe suprafața zincului a unor pelicule izolante, din punct de vedere chimic și electrochimic, este un proces complex, în urma căruia rezultă un amestec de mai mulți produși cu efect pasivat complementar.

Deoarece zincul, prin însăși natura sa, prezintă o reactivitate mai mare decît cadmiul, față de agenții puternic corozivi, obținerea unor pelicule pasivante, care să conducă la proprietăți protectoare similare, este condiționată de realizarea unei porozități minime a peliculei, a unei bune aderențe și a unei compoziții cît mai puțin reactive din punct de vedere chimic și stabile în timp.

Totodată pelicula trebuie să mențină ionii Cr^{6+} existenți sub formă solubilă, pentru a-și păstra eficiența ca inhibitor de coroziune și un anumit grad de hidratare pentru menținerea elasticității, evitîndu-se apariția unor discontinuități prin fisurare.

Unul din procedeele noi elaborate se referă la pasivarea colorată pînă la negru intens, care conferă pieselor o rezistență remarcabilă în cele mai diverse medii de exploatare.

S-au experimentat soluții cu conținut de ioni Cr^{6+}, SO_4^{2-}, Cu, Ag, Mo, Co, Fe etc., precum și cu adaosuri de stabilizare ca de exemplu amestec de acizi monocarboxilici saturați.

Experimentările efectuate au stabilit că o importanță deosebită trebuie acordată parametrilor de lucru, valorile optime ale acestora avînd o influență deosebită asupra rezistenței la coroziune.

Astfel s-a constatat că, la temperatura optimă de lucru cuprinsă în domeniul 18 ... 20°C, coroziunea metalului de acoperire înregistrează valori foarte scăzute, așa cum se poate observa din figura 4.

Timpul de imersie constituie, de asemenea, un factor important în realizarea peliculelor de pasivare de calitate superioară, valorile acestuia putînd fi variate de la 30 secunde, cînd soluția este proaspăt preparată, pînă la 2,5 minute, creșterea efectuindu-se pe măsura schimbării gradului de epuizare a soluției. Valorile

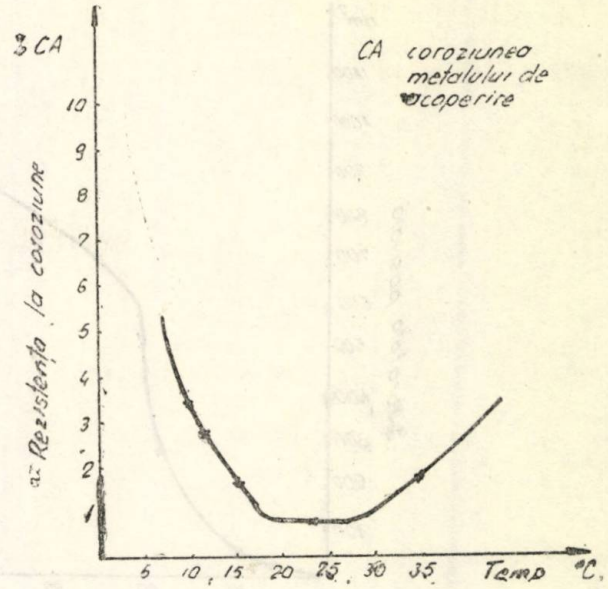


Fig. 4 Variația rezistenței la coroziune funcție de temperatura de lucru.

utilizate în afara intervalului menționat nu conduc la performanțe calitative remarcabile.

Acest lucru este ilustrat în figura 5, care redă variația timpului de imersie cu suprafața pasivată, demonstrînd totodată că, în intervalul optim de timp, se pot obține pelicule pasive de calitate bună pe o suprafață relativ mare de piese (cca. 1.100 dm^2 la 10 l soluție de pasivare).

Pentru obținerea unui film de pasivare continuu pe întreaga suprafață a pieselor, corelat cu timpul de imersie, un rol esențial îl joacă agitarea, cea mai eficientă constatîndu-se a fi agitarea cu aer. De asemenea, menținerea *pH*-ului în intervalul stabilit 1,5 ... 2 contribuie la obținerea rezultatelor corespunzătoare.

Prin utilizarea soluției de pasivare studiate și aplicarea parametrilor optimi, de lucru, s-au obținut pelicule de pasivare de culoare neagră, aderențe, uniforme și continui pe toată suprafața pasivată.

Rezistența la coroziune, testată prin metoda încercării accelerate la coroziune în ceață salină, a condus la performanțe deosebite și anume : lipsa produșilor albi de coroziune după 72 ore expunere la ceață salină, respectiv lipsa apariției ruginii după 250 ore expunere la ceață salină.

La realizarea peliculelor de pasivare colorate (oliv, galben, etc.) cu înalte proprietăți anticorozive, s-au utilizat soluții ce conțin amestecuri complexe de săruri solubile de crom (anhidridă cromică, bicromați, cromați etc.), ca sursă de ioni Cr^{6+}, activatori (acizi minerali oxidanți .și sărurile acestora) și adaosuri speciale, care măresc efectul de pasivare prin îm-

bunătățirea proprietăților anticorozive ale peliculei.

Prin aplicarea unui tratament final de imersie a pieselor pasivate în soluții apoase cu

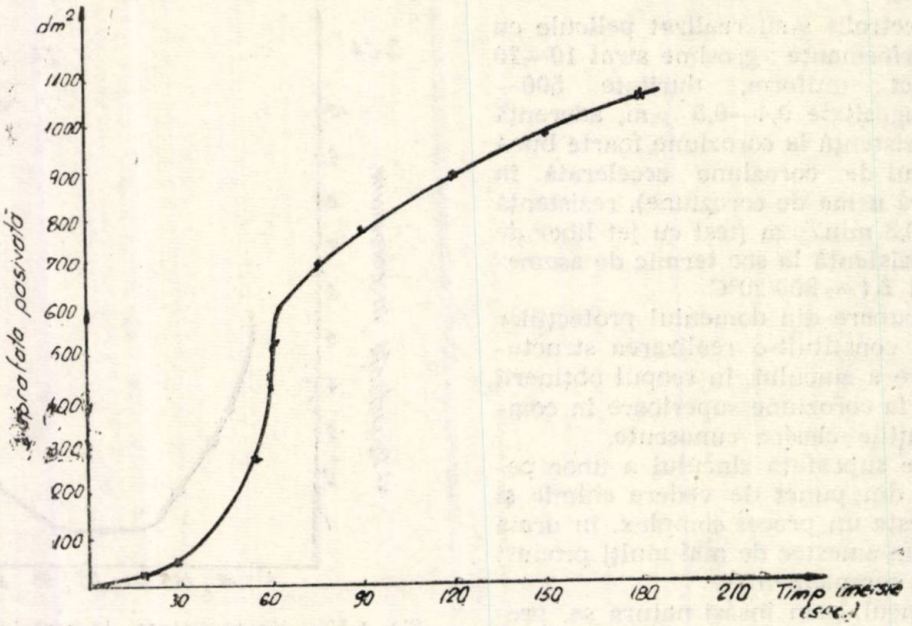


Fig. 5 Variația timpului de imersie funcție de suprafața prelucrată.

Deoarece un rol important în formarea peliculelor de bună calitate îl au parametrii operatorii (timpul de imersie, temperatura și agitarea), s-a urmărit permanent corelarea acestora cu compoziția soluției.

În urma experimentărilor efectuate, s-au realizat pelicule oliv care supuse testului de ceață salină au rezistat peste 260 ore fără apariția produșilor de coroziune ai metalului acoperitor (zincul).

conținut de compuși cu sulf (ca de exemplu tiouree, sulfi tiogluconat, metabisulfit etc.), s-au realizat performanțe sporite privind rezistența la coroziune a depunerilor de zinc în medii variate.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x: Zascita Metallov 6/1976, p. 735; 6/1976, p. 723.
[2] x x x: Electrochimica Acta 1978 (23), p. 279—286.
[3] x x x: Corrosion Science, 1970 (10), p. 617—627.
[4] x x x: Z. Werkstofftechn. 1981 (12), p. 421—431.
[5] x x x: Galvanotechnick 6/1984, p. 692—696.

CZ : 621.793

Preocupări în acțiunea de recuperare a metalelor și a electroliților și de raționalizare a consumului de apă la instalațiile de acoperiri metalice

Ing. Matei **DUMITRESCU**, dipl. chim. Rodica **PĂTRAȘCU**, ing. Gabriela **SIMIONUC** — I.C.T.C.M. București

În condițiile creșterii producției industriale și implicit a cantității de deșeuri, problemele legate de denocivizarea și evacuarea acestora la atelierele de acoperiri metalice au devenit tot mai complexe. Din aceste motive și având în vedere și valoarea substanțelor care se pierd la evacuare, recuperarea acestora a devenit absolut necesară încă de la operația de spălare, evitîndu-se astfel cheltuielie inutile pentru denocivizare.

În țările cu economie avansată (S.U.A., R.F.G., Franța, Japonia etc.), se acționează intens de aproximativ două decenii pentru recuperarea metalelor, a substanțelor utile din apele reziduale și pentru economia de apă la atelierele de acoperiri metalice.

Mergînd pe linia reducerii consumului de materiale și a recuperării celor refolosibile, I.C.T.C.M. a experimentat, elaborat și implementat în întreprinderi tehnologii și instalații pentru :

— recuperarea metalelor prețioase din apele de spălare de la procesele de aurire și de argintare ;

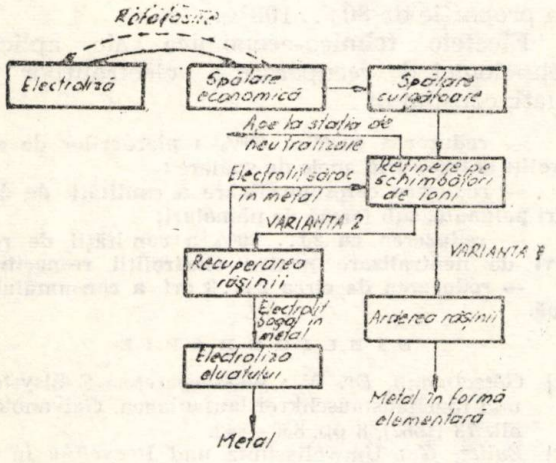


Fig. 1 Recuperarea aurului și argintului din ape galvanice prin schimb ionic.

— recondiționarea soluțiilor uzate cu conținut de acid cromic de la cromarea dură și de la pasivizare ;

— recuperarea electroliților din apele de spălare, concomitent cu raționalizarea consumului de apă.

Recuperarea metalelor prețioase se bazează pe ratiunea complecșilor cianurici de aur și de argint pe rășini schimbătoare de ioni, care după saturare (epuizare) sînt prelucrate fie prin regenerare cu un regenerant specific, fie prin ardere și rafinarea metalului obținut.

În urma experimentării ambelor variante, a fost definitivat itinerarul tehnologic prezentat în figura 1.

Instalațiile realizate pentru recuperarea metalelor prețioase sînt de construcție simplă, avînd în componență utilaje care se execută integral în țară, iar cheltuielile de recuperare reprezintă 2 ... 3% din valoarea metalului recuperat — pentru aur, respectiv 18 ... 40% pentru argint, în funcție de productivitatea liniilor de acoperiri.

Aplicarea industrială a acestui procedeu a condus la :

— recuperarea unor metale cu valoare ridicată ;

— micșorarea cantității de deșeuri poluante;

— exinderea domeniului de aplicabilitate a rășinilor schimbătoare de ioni românești (produse la Combinatul Chimic Victoria), rezultatele obținute, comparate cu cele obținute cu rășini similare străine, demonstrînd competitivitatea rășinilor românești pe plan mondial ;

Recondiționarea soluțiilor uzate cu conținut de acid cromic se aplică electroliților uzați și apelor de spălare concentrate. Procedeul elaborat de I.C.T.C.M., redat schematic în figura 2, constă în purificarea soluțiilor de cationi străini, prin reținerea acestor cationi pe rășini schimbătoare de ioni, urmată de regenerarea rășinii, în timp ce electrolitul purificat se reintroduce în circuitul tehnologic.

Se utilizează rășini schimbătoare de ioni puternic acide, produse la Combinatul Chimic Victoria, care prezintă o excelentă rezistență chimică și mecanică, iar performanțele obținute sînt la nivelul celor mai reprezentative rășini pe plan mondial. Tehnologia este reproductibilă și folosește exclusiv substanțe și instalații produse în țară.

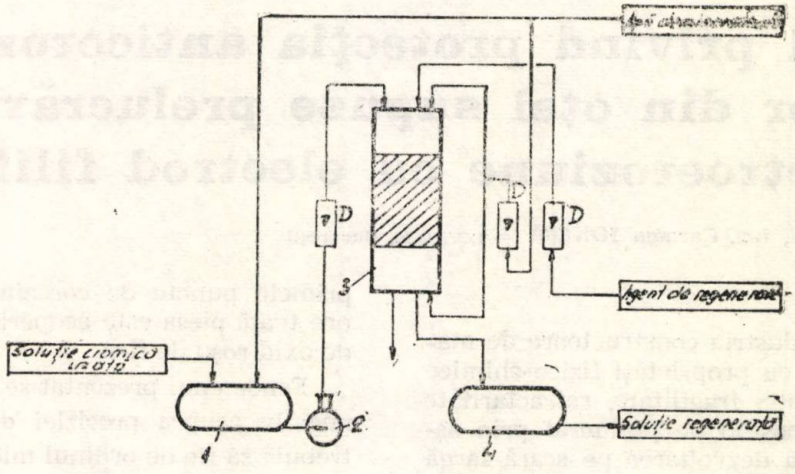


Fig. 2 Schemă tehnologică de recondiționare soluții cromice uzate.
1 ; 4 — rezervoare ; 2 — pompă dozatoare ; 3 — coloană cu schimbători de ioni ; D — debitmetru.

Cheltuielile cerute de implementarea procedeului reprezintă 60...65% din valoarea produsului recuperat, la acestea adăugîndu-se economia de materiale necesare neutralizării soluțiilor uzate cu conținut de acid cromic, precum și micșorarea cantității de deșeuri poluante.

Raționalizarea consumului de apă, concomitent cu recuperarea electroliților în apele de spălare, s-a realizat prin aplicarea unui sistem de spălare multiplă cu un consum redus de apă, obținîndu-se soluții relativ concentrate care

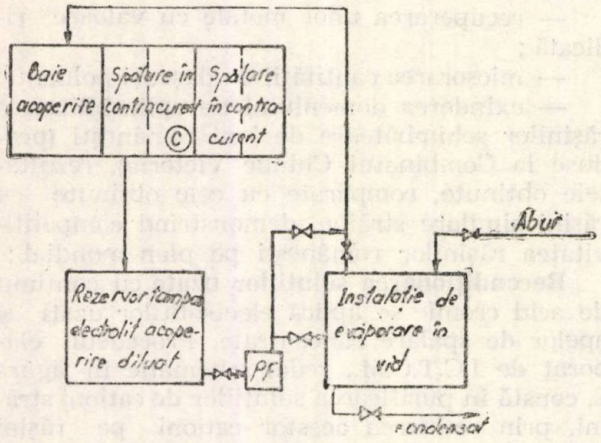


Fig. 3 Schema tehnologică de recuperare electroliți diluați.

pot fi reintroduse în procesul de galvanizare. Gradul de recuperare și refolosire a acestor electroliți poate fi sensibil îmbunătățit prin cuplarea ulterioară cu instalații de evaporare în vid. Potrivit procedeului, băile de acoperire sînt urmate de două băi de spălare în contracurent, conform schemei din figura 3.

La prima baie de spălare în contracurent se stabilește un raport de diluție mic, care asigură concentrarea apelor de spălare, urmînd ca aceste ape, după o eventuală concentrare în instalația de evaporare în vid, să se recircule în proporție de 80...100%.

Efectele tehnico-economice ale aplicării tehnologiei de recuperare a electroliților diluați, constau în :

— reducerea cu 50...60% a pierderilor de electroliți antrenați în apele de spălare ;

— reduceea corespunzătoare a cantității de deșeuri poluante, sub formă de nămoluri;

— reducerea cu 20...30% a cantității de reactivi de neutralizare pentru electroliții respectivi;

— reducerea de circa 2...3 ori a consumului de apă.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Götzelmann, Dr. W.:* Wasserparense Spülsysteme und Ionenaustauschkreislaufanlagen, Galvanotechnik 73 (1982), 8 pp. 832—842.

[2] *Eulitz, G.:* Umweltschutz und Recycling in der Galvanotechnik; Trends in der Abwasserbehandlung — Metalloberfläche 39 (1986), 9, pp. 380—386.

[3] x x x: The Dual Recovery Sistem for Electroplating Chemicals — Metal Finishing 11 (1979), p. 35.

[4] *Kotura, J.D.:* Recorvery and treatment of plating and anodizing wastes — Plating § Surface Finish., 67 (1980), 8, pp 52—54.

[5] *Benninghoff, H.:* Rückgewinnen von Metallverbindungen und Metalle in der Oberflächentechnik — Metalloberfläche 40 (1986), 10, pp 425—431.

CD ; 620.197

Cercetări privind protecția anticorozivă a pieselor din oțel supuse prelucrării prin electroeroziune cu electrod filiform

Sing. Adrian NEAGU, ing. Carmen **IONIȚĂ** — I.C.T.C.M. București

Introducere

Utilizarea în industria constructoare de mașini a materialelor cu proprietăți fizico-chimice de excepție (duritate, fragilitate, refractaritate etc.), greu sau imposibil de prelucrat prin așchiere, a condus la dezvoltarea pe scară largă a procedeelor de prelucrare prin electroeroziune.

În cazul prelucrării prin electroeroziune cu electrod filiform, piesele sînt imersate sau parțial acoperite cu o peliculă subțire de apă deionizată, care corodează puternic oțelul din care sînt confecționate. Practic, în cazul unui oțel obișnuit OLC 45, după 30 minute, apar primele puncte de coroziune, iar după 2...4 ore toată piesa este acoperită cu o peliculă fină de oxid roșu de fier.

Fenomenul prezentat se repercutează în mod negativ asupra preciziei de prelucrare, care trebuie să fie de ordinul micronilor.

Cercetările întreprinse în cadrul laboratorului din I.C.T.C.M. au avut ca scop stabilirea unui inhibitor de coroziune, care să asigure o protecție anticorozivă eficientă a pieselor din oțel, prelucrate electroeroziv cu electrod filiform.

Date prvind procesul de coroziune şi mecanismul procesului de inhibare a coroziunii

Procesul accelerat de coroziune, în cazul pieselor de oţel prelucrate electroeroziv cu electrod filifrom, este datorat nu atît caracterului uşor acid al apei deionizate (pH=5,5), cît ozonului produs în urma descărcărilor electrice şi dizolvat parţial în lichidul dielectric.

Din figura 1 se poate observa că o creştere a concentraţiei în oxigen măreşte sensibil viteza de coroziune ($i''_{cor} > i'_{cor}$).

In cazul prelucrării electroerozive cu electrod filiform, inhibitorul de coroziune trebuie să asigure :

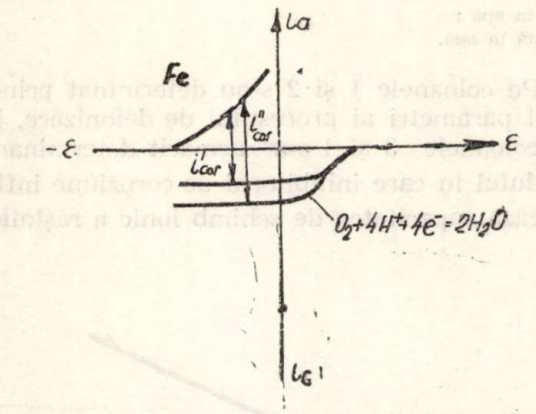


Fig. 1 Coroziunea fierului cu reducere de oxigen.

— o protecţie anticorozivă eficientă pe timpul prelucrării de 2 ... 3 ore pînă la 3 zile;

— să nu modifice caracterul dielectric al apei deionizate;

— să fie compatibil cu răşinile schimbătoare de ioni, utilizate pentru deionizarea apei.

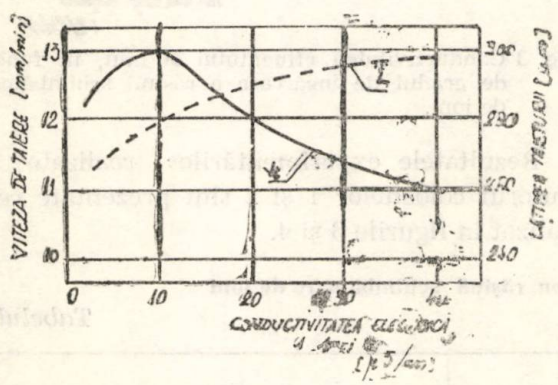


Fig. 2 Influenţa conductivităţii apei deionizate asupra vitezei de tăiere şi a lăţimii de tăiere la prelucrarea electroerozivă cu electrod filiform a pieselor de oţel.

Din figura 2 se poate observa că valoarea optimă pentru conductivitatea apei deionizate, utilizată pentru prelucrarea electroerozivă cu electrod filiform, este de 10 μS/cm [3.]

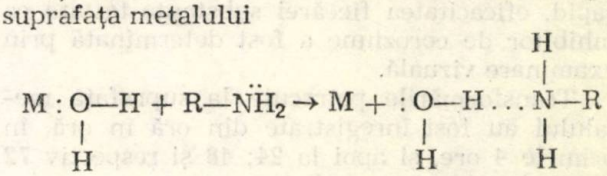
Majoritatea inhibitorilor de coroziune cunoscuţi şi utilizaţi pentru protecţia oţelului în diverse medii agresive, odată dizolvaţi în apă, disociază, conferindu-i soluţiei respective un caracter mai mult sau mai puţin pronunţat de electrolit (conductivitate de ordinul zecilor şi sutelor de μS/cm). Din acest motiv inhibitorul de coroziune respectiv trebuie ales din clasa inhibitorilor de adsorbţie.

Aceştia sînt substanţe puternic polare ca : amine ale acizilor graşi, simple sau etoxilate, amide, săpunuri de metal grele. Datorită polarităţii moleculei, se adsorb pe suprafaţa metalului schimbînd chiar electroni cu acesta, frînînd astfel ambele procese de electrod, dar mai puternic procesul de descărcare a hidrogenului [1].

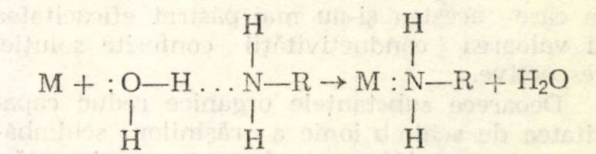
Cationii aminelor alifatice şi aromatice se adsorb pe particulele catodice ale metalului supus coroziunii, astfel că pe suprafaţa metalului se leagă direct atomul de azot. Se formează astfel un strat de ioni ai aminelor cu acţiune protectoare [1].

Procesul prezentat poate fi explicat prin reacţiile de mai jos :

a) mai întîi aminele sînt chemosorbite pe suprafaţa metalului



b) aminele ocupă apoi locul creat în urma desorbţiei de la suprafaţa metalului formînd o peliculă protectoare de inhibitor



Experimentări

În colaborare cu ICECHIM — Bucureşti, I.C.I.T.P.R. — Ploieşti şi Intreprinderea SINTOFARM — Bucureşti, în laboratorul I.C.T.C.M. au fost testaţi 65 de compuşi chimici care să corespundă următoarelor deziderate :

— să asigure o protecţie anticorozivă eficientă, conductivitatea soluţiei respective fără a depăşi 10 μS/cm ;

— să fie compatibil cu răşinile schimbătoare de ioni utilizate pentru deionizarea apei.

Pentru efectuarea testelor de coroziune, au fost pregătite eşantioane din OLC 45 cu diametrul $\varnothing$70 mm şi grosimea l=5 mm cu suprafeţele perfect curate, decapate şi degresate.

Ca mediu coroziv, s-a utilizat apă deionizată de la o maşină de prelucrare prin electroeroziune tip ELEROFIL 10 aflată în funcţiune la I.C.T.C.M. — Bucureşti.

Fiecare eşantion metalic a fost marcat şi introdus în cutii de sticlă tip PETRY fiind

Inhibitorii de coroziune care asigură protecția anticorozivă a pieselor de oțel prelucrate electroeroziv cu electrod filiform

Tabelul 1

Nr. crt.	Substanța	Producător	Concentrație minimă [%]	Conductivitate [μS/cm]
1.	$P_{620-A-2}$	I.C.I.T.P.R. — Ploiești	0,01	8,75
2.	Morfolină	Import — R.F.G.	0,2	15 ... 20*)
3.	Nitrit de diciclohexilamină	„SINTOFARM" București	0,5	97
5.	Betainã	ICECHIM — București	1	95
5.	Romamid DT	ICECHIM — București	0,01	29

*) — 15 μS/cm pentru morfolină dizolvată în acetonă și dispersată în apă ;
— 20 μS/cm pentru morfolină dizolvată în alcool etilic și dispersată în apă.

imersat în apă deionizată, în care s-au dizolvat una sau mai multe substanțe inhibitoare.

Concentrația inhibitorului adăugat a fost stabilită în funcție de eficacitatea sa și de conductivitatea soluției obținute.

Procesul de oxidare a oțelului fiind foarte rapid, eficacitatea fiecărei substanțe testate ca inhibitor de coroziune a fost determinată prin examinare vizuală.

Transformările petrecute la suprafața metalului au fost înregistrate din oră în oră, în primele 4 ore, și apoi la 24; 48 și respectiv 72 ore de la imersarea probei.

În tabelul 1 sînt prezentate substanțele care au asigurat o protecție anticorozivă eficientă, timp de cel puțin 72 ore, concentrația minimă la care acestea și-au mai păstrat eficacitatea și valoarea conductivității conferite soluției respective.

Deoarece substanțele organice reduc capacitatea de schimb ionic a rășinilor schimbătoare de ioni [5], s-au efectuat experimentări în vederea determinării gradului în care produsul $P_{620-A-2}$ acționează asupra rășinilor utilizate pentru deionizarea apei.

Pentru experimentările necesare, s-au pregătit patru coloane din sticlă cu pat mixt de rășină schimbătoare de ioni, ale căror caracteristici principale sînt prezentate în tabelul 2.

Pe coloanele 1 și 2 s-au determinat principalii parametri ai procesului de deionizare, iar pe coloanele 3 și 4 s-a urmărit determinarea gradului în care inhibitorul de coroziune influențează capacitatea de schimb ionic a rășinilor.

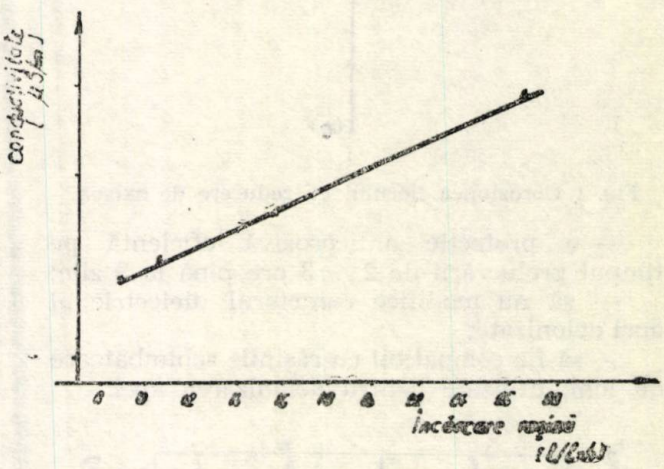


Fig. 3 Conductivitatea efluentului obținut, în funcție de gradul de încărcare a rășinii schimbătoare de ioni.

Rezultatele experimentărilor realizate cu ajutorul coloanelor 1 și 2 sînt prezentate centralizat în figurile 3 și 4.

Principalele caracteristci ale coloanelor cu rășină schimbătoare de ioni

Tabelul 2

Nr. crt.	Caracteristici	U.M.	Valoare
1.	Rășină cationitică	—	VIONIT CS 3 M
2.	Rășină anionitică	—	VIONIT AT 14
3.	Înălțimea patului mixt	mm	700
4.	Volumul de rășină	cm^3	500 în coloanele 1 și 2 100 în coloanele 3 și 4
5.	Raport anionit/cationit	—	1 : 1 pentru coloana 1 2 : 1 pentru coloanele 2, 3 și 4

În ceea ce privește influența inhibitorului asupra rășinilor schimbătoare de ioni, trecînd prin coloana 3 o soluție, 0,05 M NaCl (pentru o epuizare mai rapidă), iar prin coloana 4 o

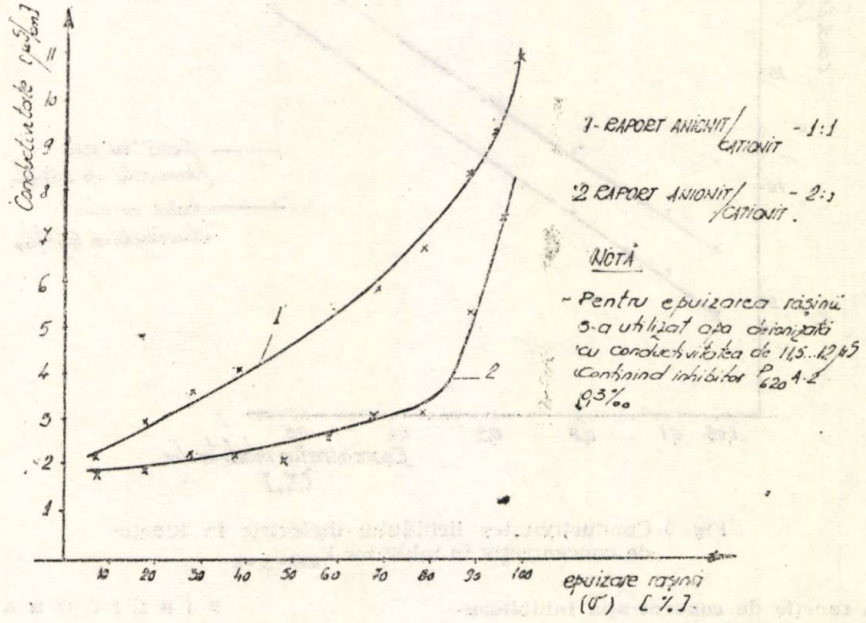


Fig. 4 Influența raportului anionit/cationit asupra gradului de epuizare a rășinii și a calității efluentului.

soluție 0,05 M NaCl + 0,3 ‰ inhibitor $P_{620-A-2}$, s-a putut constata o reducere de 25 ... 30 ori a capacității de schimb ionic în cazul utilizării inhibitorului. De asemenea, vizual și pe baza determinărilor de conductivitate, s-a putut observa că rășina cationitică este mai puternic afectată decît cea anionidică. De acest fapt trebuie să se țină seama la construcția și exploatarea coloanelor, efluentul obținut fiind evacuat pe la partea inferioară a coloanei.

Concluzii

Studiul comparativ al inhibitorilor de coroziune, în scopul stabilirii unui inhibitor care să asigure o protecție anticorozivă eficientă a pieselor de oțel supuse prelucrării electroerozive cu electrod filiform, a condus la selectarea unei soluții tehnice noi rezumată după cum urmează :

— produsul $P_{620-A-2}$, fabricat de I.C.I.T.P.R. — Ploiești, asigură o protecție anticorozivă eficientă a pieselor de oțel timp de 72 ore. Proprietățile sale fizico-chimice sînt prezentate în tabelul 3.

— se dozează în apa deionizată în concentrații foarte mici 0,2 ... 0,3 ‰ conferindu-i acesteia o con-

Principalele caracteristici fizico-chimice ale inhibitorului $P_{620-A-2}$

Tabelul 3

Nr. crt.	Caracteristici	U.M.	Valoare
1.	Aspect	—	Lichid vîscos
2.	Culoare	—	Brună închis
3.	Vîscozitate la 35°C	CSt	320 ... 380
4.	Vîscozitate la 100°C	CSt	100 ... 110
5.	Conținutul în azot	% N_2	3,65 ... 3,75
6.	Cifră de saponificare	mg KOH/g	165 ... 175
7.	Solubilitate	—	— Nu se dizolvă în apă — Se dizolvă ușor în orice proporție în acetonă și alcool etilic

ductivitate de 6,75...8,9 μS/cm, corespunzătoare procesului tehnologic. Variația conductivității lichidului dielectric în funcție de concentrația inhibitorului $P_{620-A-2}$ este prezentată în figura 5;

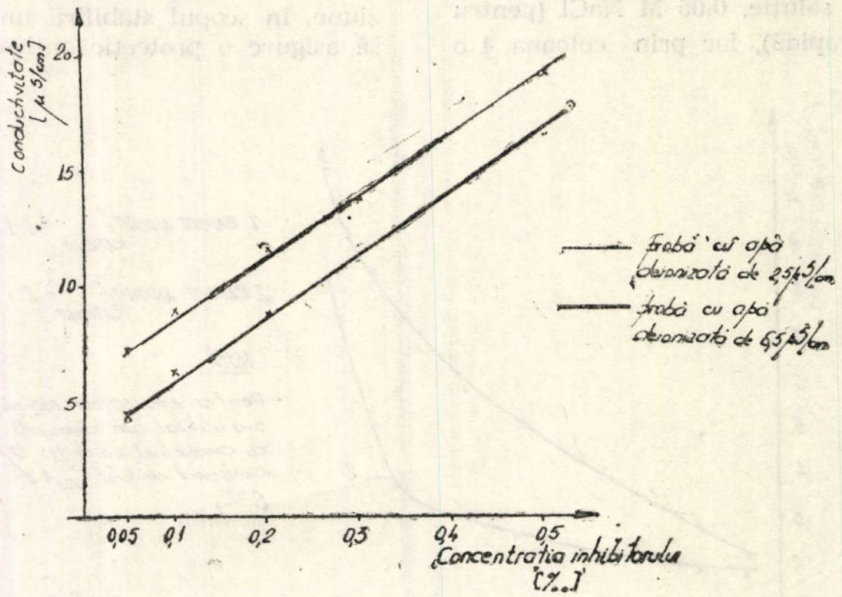


Fig. 5 Conductivitatea lichidului dielectric în funcție de concentrația în inhibitor $P_{620-A-2}$

— utilizîndu-se ca inhibitor produsul $P_{620-A-2}$ nu se modifică parametrii tehnologici de deionizare avansată a apei cu rășini schimbătoare de ioni, tip VIONIT, în pat mixt;

— pentru mărirea duratei de exploatare a rășinii schimbătoare de ioni, lichidul dielectric, înainte de a fi trecut prin coloana cu rășină, este trecut printr-un filtru cu cărbune activ tip CF 1 care reține substanțele organice;

— produsul $P_{620-A-2}$ dozîndu-se în concentrații foarte mici și avînd un preț de livrare mic, o analiză tehnico-economică a procesului demonstrează net avantajele utilizării sale.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Constatinescu Maria:* Protecția anticorozivă a metalelor, Ed. Tehnică, București, 1979.

[2] *Constantinescu Maria, Badea, T.:* Coroziune și protecție anticorozivă, București, 1978.

[3] *Nichici, A. ș.a.:* Prelucrarea prin eroziune electrică în construcția de mașini, Editura Facla, Timișoara, 1983.

[4] *Mironoff, N.:* Introduction into the study of spark-erosion Microtecnic — Lausanne, Elveția.

[5] x x x: Utilizarea rășinilor schimbătoare de ioni tip VIONIT, C.Ch. Victoria.

CZ : 658.516.1 : 621.357

Modulizarea liniilor de galvanizare

Ing. Valentin **ZAHARIA** — I.C.T.C.M. București

Generalități

Ridicarea nivelului calitativ al produselor economiei naționale, în actuala etapă de progres al științei și tehnologiei, precum și creșterea gradului de competitivitate în relațiile de schimb au determinat mărirea corespunzătoare a exigențelor și asupra performanțelor acoperirilor metalice de suprafață prin procedee chimice și electrochimice.

Aceasta impune utilizarea de tehnologii avansate și utilaje moderne, avînd performanțe la nivelul tehnicii de vîrf în domeniu, care au fost mai întîi studiate și verificate experimental.

Crearea unei concepții unitare privind utilizarea de asemenea tehnologii și utilaje, precum și generalizarea lor la nivelul economiei naționale, se pot realiza prin tipizarea și modularea acestora, acțiuni prin care se urmărește:

— evitarea paralelismelor și a diversității inutile de soluții în activitatea de concepție a tehnologiilor și utilajelor aferente;

— aplicarea unor tehnologii optimizate, în ceea ce privește performanțele acoperirii;

— revizuirea concepției de proiectare a componentelor instalațiilor de acoperiri metalice, în vederea adoptării de soluții la nivel competitiv de vîrf;

— posibilitatea fabricării centralizate a materialelor tehnologice, evitîndu-se astfel paralelismele nejustificate, care duc la costuri mari de producție și, uneori, la import ;

— creșterea productivității muncii în execuția utilajelor și ridicarea nivelului de calitate al acestora ;

— premize pentru modernizarea ulterioară a tehnologiilor și utilajelor, în scopul depășirii nivelului tehnic existent ;

— corelarea tipodimensiunilor cu cele practicate în țările membre CAER.

Date privind tipizarea

În legătură cu cele arătate, în prezent se află în curs de desfășurare în cadrul I.C.T.C.M. — București, acțiunea de tipizare a tehnologiilor și utilajelor de acoperiri metalice, după cum urmează :

— tehnologii de acoperiri metalice ;

— utilaje tehnologice și părțile componente ale acestora ;

— linii tehnologice.

Din cercetarea literaturii de specialitate, inclusiv a celor mai noi publicații ale firmelor specializate în domeniu, din experiența I.C.T.C.M. — București, a institutelor de inginerie tehnologică pentru investiții, precum și din cea a principalelor întreprinderi cu pondere importantă în domeniul acoperirilor protector-decorative și funcționale, au fost selectate și propuse pentru tipizare un număr important de tehnologii reprezenative, care se referă la cele mai uzuale materiale de bază și care reprezintă un înalt grad de repetabilitate.

În ceea ce privește tipizarea utilajelor tehnologice și a componentelor acestora, aceasta a fost concepută astfel încît să răspundă exigențelor tehnologiilor tipizate.

Astfel, ținînd seama de frecvența mare în alcătuirea liniilor tehnologice, au fost propuse pentru a fi tipizate :

— băile pentru procese chimice și electrochimice;

— mecanismele pentru transportul interoperațional al șarjelor ;

— tamburii pentru galvanizare ;

— barele port-șarjă ;

— centrifuge de uscare.

Celelalte utilaje care intră în componența liniilor tehnologice, ca de exemplu :

— platforme de lucru ;

— căi de rulare ;

— posturi de transfer și de încărcare-descărcare ;

— bazine de preparare, stocare, regenerare soluții ;

— ansambluri regenerare electroliți etc., nu au fost incluse în tipizare deoarece necesită adaptări la condițiile locale specifice fiecărui caz în parte și urmează să fie tratate de către elaboratorul de tehnologie și proiectantul de utilaj.

Date privind modularea

Pentru tipizarea liniilor tehnologice, s-a ținut seama de faptul că acestea sînt definite printr-o multitudine de factori specifici ca de exemplu :

— productivitatea ;

— gradul de automatizare;

— spațiul disponibil pentru amplasare ;

— integrarea în fluxul tehnologic general de fabricație ;

— condiții tehnice funcționale impuse acoperirii etc.

Această situație duce la o diversificare nejustificată a liniilor tehnologice tipizate ca atare.

Din aceste considerente, au fost concepute așa numitele „module tehnologice", module care conțin unul sau mai multe utilaje componente (băi tipizate), cu care se pot realiza grupuri de operații tehnologice invariabile (în concordanță cu tehnologiile tipizate) și prin combinarea cărora să se poată alcătui liniile tehnologice după necesități — deci linii tehnologice modulate.

Modulele tehnologice sînt dotate cu echipamentul electric necesar pentru îndeplinirea funcțiilor pentru care au fost create, cărora le corespund scheme electrice de principiu tipizate.

Tipurile de module propuse spre tipizare sînt următoarele :

— modul de pregătire (MP) ;

— modul de finisare (MF) ;

— modul pentru procese chimice reci (MPCR) ;

— modul pentru degresare chimică (MDC) ;

— modul pentru degresare electrochimică (MDEC) ;

— modul de acoperirie (MA) ;
(MA—1 pentru procese electrochimice cu încălzire ;
MA—2 pentru procese electrochimice reci ;
MA—3 pentru procese electrochimice cu răcire ;
MA—4 pentru brunare ;
MA—5 pentru oxidare anodică ;
MA—6 pentru fosfatare) ;

— modul de uscare (MU).

De menționat faptul că MP, MPCR, MDEC și MF sînt concepute pe variante de productivitate astfel : sub 2,5 m^2/h ; între 2,5 și 10 m^2/h ; peste 10 m^2/h.

Pentru exemplificarea celor arătate, s-a ales una din tehnologiile tipizate și anume tehnologia de acoperire cu Ni—Cr pe oțel, va-

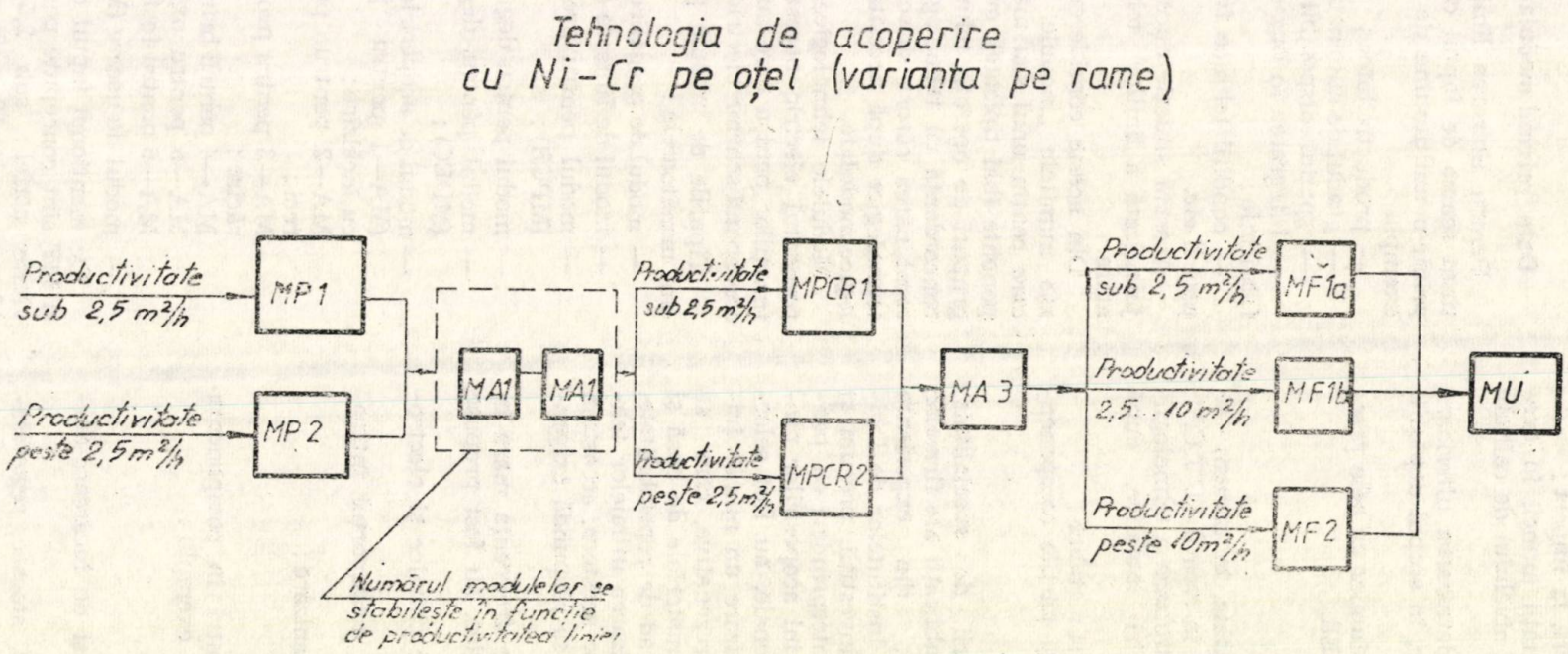


Fig. 1 Schema tehnologică pentru tehnologia de acoperire cu Ni—Cr pe oțel (varianta rame).

Fig. 2 Componența modulară a liniei pentru acoperirea cu Ni—Cr pe oțel (varianta rame).

rianta rame; schema tehnologică și componența utilajelor sînt evidențiate în figura 1, respectiv figura 2.

Concluzii

În industria modernă tipizarea tehnologiilor și a utilajelor componente, precum și modularizarea liniilor tehnologice de acoperiri metalice se impun ca o necesitate stringentă în lupta pentru creșterea productivității muncii, a calității și fiabilității produselor.

Modularea liniilor de galvanizare prezintă totodată avantajul flexibilității în utilizarea tipizării, întrucît modulele tehnologice astfel concepute pot fi folosite în proporție foarte mare la alcătuirea liniilor pentu tehnologii speciale, netipizate.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x: Studiu de tipizare pentru tehnologiile și utilajele de acoperiri metalice, I.C.T.C.M. — București, 1987.
[2] x x x: Galvano — La surface metalique, Franța, nr. 3; 5 și 7, 1986.
[3] x x x: Plating, nr. 1 și 3, 1987, S.U.A.
[4] x x x: Galvanotechnik, R.F.G., nr. 4, și 7, 1986.
[5] x x x: Metal Finishing, Anglia, nr. 4, 6 și 8, 1986.

CZ : 658.516.1 : 621.357

Tendințe moderne în concepția constructivă a utilajelor de galvanizare și realizări în acest domeniu

Ing. Nicolae MĂRĂȘESCU — I.C.T.C.M. — București

În prezent, proiectarea utilajelor de galvanizare solicită o nouă modalitate de abordare a tematicii, diferențiată față de vechile realizări în domeniu.

Linia de galvanizare propriu-zisă nu mai este privită ca o unitate separată, ci ca un element component al unul sistem complex capabil să răspundă la multiple cerințe ale sistemului din care face parte. Sistemul complex din care face parte linia de galvanizare va avea în principal următoarele componente:

— echipamentul de încărcare;

— linia de galvanizare propriu-zisă compusă din linia de băi și utilajele pentru transportul interoperațional;

— echipamentul de descărcare;

— stația de neutralizare;

— stația de preparare-recirculare-filtrare soluții;

— instalațiile de recuperare a electroliților;

— instalațiile de evacuare a noxelor și condiționare a aerului;

— instalațiile de recuperare a energiei.

Problemele la care trebuie să răspundă un astfel de sistem complex sînt următoarele:

— corelarea cu sistemele de transport uzinale, în scopul măririi gradului de mecanizare și automatizare a încărcării și descărcării pieselor, ceea ce conduce la micșorarea numărului personalului auxiliar, micșorarea spațiilor afectate stocării și depozitării pieselor, creșterea productivității muncii;

— corelarea liniei de băi cu un număr mare de tehnologii care să poată folosi băi comune, micșorîndu-se astfel spațiile afectate amplasării băilor;

— corelarea transportului interoperațional cu numărul de tehnologii prescrise a se executa în băi, ajungîndu-se la un grad mare de automatizare care să permită execuția unui număr mare de programe diferite contribuind la flexibilizarea liniilor de galvanizare;

— corelarea liniilor cu stația de preparare-recirculare-filtrare, realizîndu-se corecțiile automate ale soluțiilor, completarea băilor cu soluții preparate, înlocuirea automată a soluțiilor uzate;

— corelarea liniilor cu instalațiile de recuperare a soluțiilor, astfel încît să se facă automat îndepărtarea soluțiilor de recuperat în scopul refolosirii acestora;

— corelarea continuă a instalațiilor cu dimensiunile șarjelor, în scopul reducerii consumului de energie electrică prin măsurarea automată a suprafețelor șarjelor introduse în băi și acționarea asupra redresoarelor;

— recuperarea energiei termice evacuate în procesele exoterme și în gazele calde evacuate prin ventilație.

În afara acestor cerințe, utilajele de galvanizare trebuie să-și îmbunătățească caracteristicile proprii prin:

— siguranță în funcționare și fiabilitate;

— ușurința accesului la utilaje în vederea exploatării comode și a depanării cu maximă operativitate;

— reglaje manuale în regim de revizie pentru testarea parametrilor optimi de lucru.

Din ralizările ICTCM — București în acest domeniu amintim :

1) Linia automată de Cu—Ni—Cr negru (în colabarare cu I.P.A. București), care din punct de vedere al utilajului prezintă următoarele particularități :

— rularea mecanismelor de transport pe căi de rulare la nivelul bordului băilor, ceea ce conduce la îndepărtarea plaselor de protecție și accesul operatorului la șarje și echipamentele băilor ;

— echiparea mecanismelor cu motoare cu rolantizor ceea ce permite îmbunătățirea calității transportului interoperațional în condițiile măririi vitezei de transport ;

— realizarea concomitentă a șase programe diferite, introduse în instalație în mod indiferent ;

— racordarea instalației la o stație de neutralizare în circuit închis, cu recircularea apelor de spălare în scopul micșorării consumului de apă.

2) Atelierul de acoperiri mealice complet automatizat, ce se lucrează la ora actuală în colaborare cu I.P.A. București, cu următoarele particularități ale utilajului :

— rularea mecanismelor pe căi de ru'are suspendate ceea ce înlătură total existența căilor de rulare din frontul de lucru al operatorului și conferă o mai bună stabilitate mecanismelor ;

— echiparea mecanismelor cu motoare cu ralantizor ceea ce permite îmbunătățirea calității transportului interoperațional în condițiile măririi vitezei de transport;

— racordarea instalațiilor la o stație centralizată de pregătire a soluțiilor cu corectarea automată a acestora și completarea nivelului soluțiilor;

— măsurarea automată a dimensiunilor șarjelor cu acționare asupra redresoarelor.

Considerăm că la stadiul actual proiectarea utilajelor de galvanizare poate răspunde în totalitate cerințelor enumerate mai sus, în funcție de cerințele tehnico-economice concrete ale instalațiilor ce se proiectează.

DATE INFORMATIVE

Numărul de față al revistei „Construcția de mașini" redactat de către Compartimentul de Protecție prin Acoperiri Metalice (CAM), din cadul I.C.T.C.M. este consacrat în întregime activității desfășurate în vederea proiectării și cercetării tehnologiilor și utilajelor din acest domeniu în perioada 1984—1987, adică după apariția numărului special 2—3 pe 1984 care fusese destinat aceleiași tematici.

COMPARTIMENTUL DE PROTECȚIE PRIN ACOPERIRI METALICE (CAM — șef atelier : ing. Antoaneta Marinescu) cuprinde următoarele colective :

1. Cercetare de tehnologii de protecție prin acoperiri metalice depuse chimic și electrochimic.
2. Cercetare de tehnologii de neutralizare ape reziduale și recuperări de metale, la atelierele de acoperiri metalice.
3. Proiectare de instalații și utilaje de acoperiri metalice și neutralizare.
4. Control de calitate pentru electroliți și pentru depuneri.
5. Microproducție în domeniul acoperirilor metalice.

Atelierul CAM își desfășoară activitatea în cadrul a două domenii principale și anume :

— cercetare tehnologică și proiectare de instalații și utilaje pentru acoperiri metalice ;

— recuperări materiale refolosibile în galvanizare.

Activitatea de cercetare tehnologică are drept scop elaborarea de tehnologii moderne de protecții anticorozive și funcționale pentru domenii industriale de vîrf ca de exemplu auto, nuclear, aeronautic, naval ș.a.

Tehnologiile se elaborează de colectivul de cercetare, pe baza studiilor și a experimentărilor proprii, desfășurate în laboratoarele de cercetare, în stațiile pilot, precum și în secția de microproducție, care dispune de utilajele industriale necesare.

În laboratoarele de cercetare și în stația pilot se stabilesc și se selectează soluțiile tehnologice optime. Aparatura modernă care există la dispoziția laboratoarelor permite precizarea datelor cu un înalt grad de reproductibilitate, precum și crearea unor modele experimentale (fig. 1, 2).

Soluțiile tehnologice, definitivate de colectivul de cercetare, sînt preluate de către colectivul de proiectare de utilaje de acoperiri metalice și de neutralizare ; aici se elaborează proiectele de execuție a utilajelor prevăzute cu un înalt grad de automatizare.

Colectivul de recuperare a materialelor utilizate în galvanotehnică elaborează tehnologii, care sînt implementate pe scară tot mai largă în industrie, unde au o contribuție însemnată la economisirea materialelor deficitare și scumpe, prin repunerea în circuitul tehnologic a unor metale și săruri metalice de largă aplicabilitate, ca de exemplu : crom, nichel, cadmiu, argint, aur și altele.

Totodată tehnologiile elaborate de acest colectiv au un aport însemnat la diminuarea sau eliminarea gradului de poluare a mediului înconjurător.

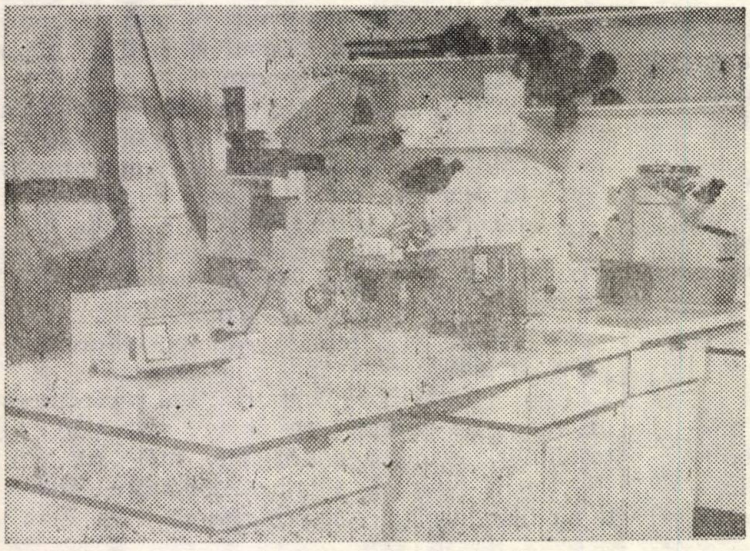
I. CAM a fost prezent în această perioadă (1984—1987) la majoritatea manifestărilor tehnico-științifice (simpozioane, conferințe, sesiuni de comunicări, mese rotunde etc.) din acest domeniu de activitate, atît în țară cît și în străinătate.

1. PARTICIPĂRI ÎN ȚARĂ (între 1985—1987).

1.1. În decembrie 1986, I.C.T.C.M. — București a organizat simpozionul cu tema **„TEHNOLOGII, UTILAJE ȘI INSTALAȚII MODERNE ÎN PROCESELE DE ACOPERIRI ȘI VOPSITORIE INDUSTRIALĂ"**, divizat în două mari secțiuni. În cadrul SECȚIUNII I, care s-a desfășuat sub conducerea ing. Antoaneta Marinescu și care s-a referit la **„TEHNOLOGII ȘI**

UTILAJE MODERNE ÎN PROCESELE DE ACOPERIRI GALVANICE", specialiștii din I.C.T.C.M. au susținut următoarele referate :

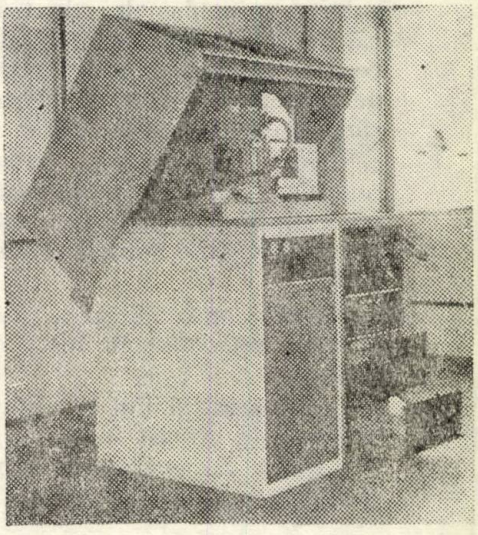
— Contribuții în realizarea electrodepunerilor de aliaje cu rol funcțional (fig. 3).
ing. Antoaneta Marinescu



Microscop pentru analize metalografice.

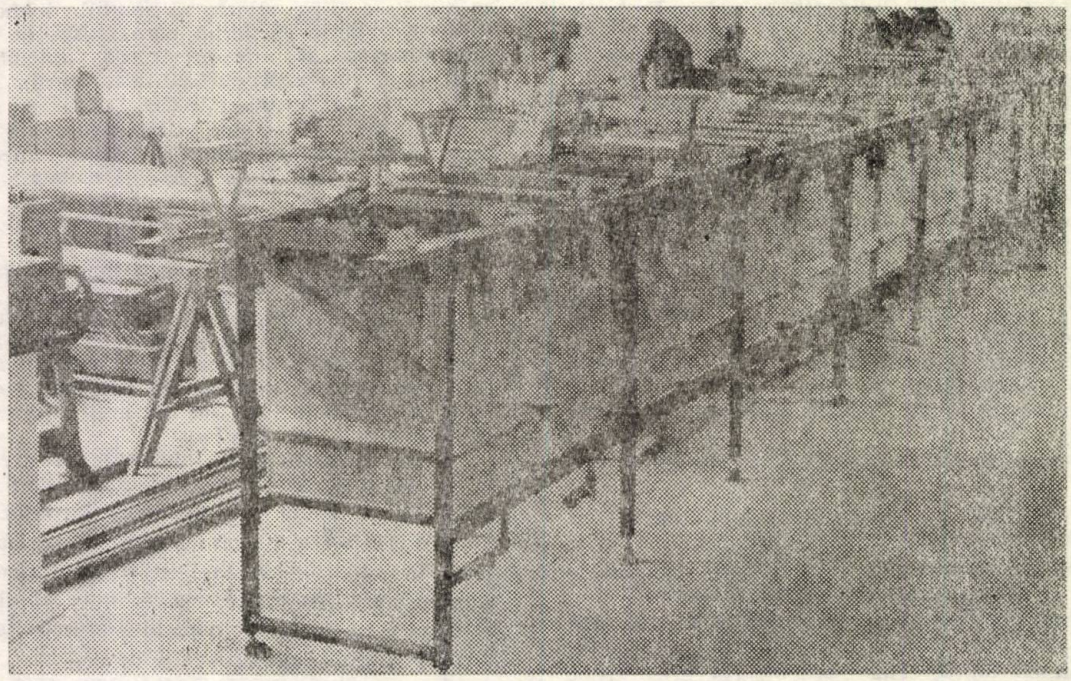
— Cercetări privind realizarea industrială a aliajelor Ni—Zn cu rol catalitic
dr. ing. Emilia Bay, ing. Ion Avram

exploatate în condiții grele de coroziune
ing. Gheorghe Andonianț
ing. Marioara Blidariu
ing. Arpiar Sachian
ing. Gabriela Harpău



Difractometrul cu raze.

— Modernizarea tehnologică a liniilor de acoperiri metalice (fig. 4).
ing. Rodica Gavăt
ing. Matei Dumtrescu



Instalație de argintare

— Cercetări în realizarea protecției ansamblurilor în frecare, cu rezistență mare la uzură și masă inerțială mică
ing. Liana Roman
ing. Marioara Blidariu

— Preocupări privind creșterea rezistenței la coroziune a depunerilor de zinc și cadmiu,

— Tehnologii de recuperare a metalelor și de raționalizare a consumurilor de apă în atelierele de acoperiri metalice
ing. Matei Dumitrescu
ing. Rodica Pătrașcu
ing. Gabriela Simionuc

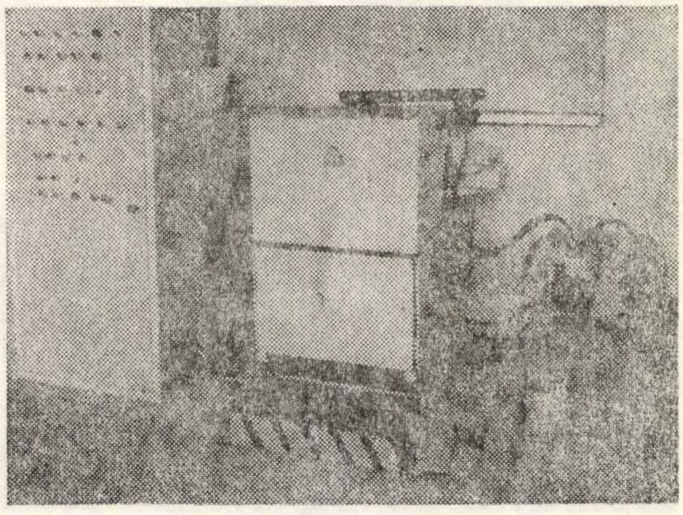
— Tendințe moderne în concepția constructivă a liniilor de acoperiri metalice
ing. Valentin Zaharia
ing. Nicolae Mărășescu
ing. Victor Comănescu

— Protecții nereflectorizante a unor componente pentru industria auto și navală
ing. Liliana König
dipl. chim. Maria Dinescu

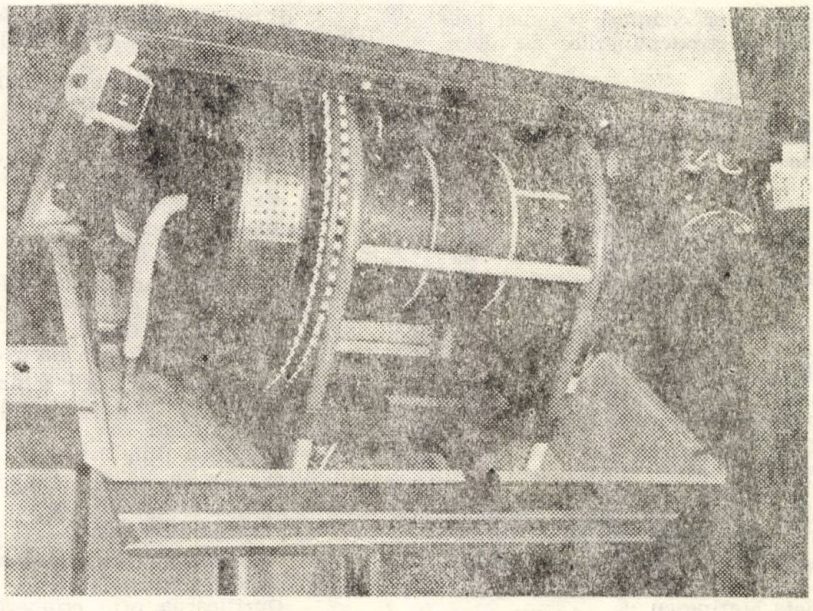
1.3 Sesisunea de comunicări a U.T.C., noiembrie 1986.

— Recuperarea metalelor din apele reziduale de la atelierele de acoperiri metalice
dpl. chim. Rodica Pătrașcu
ing. Matei Dumitrescu

1.4. Sesiunea națională de comunicări tehnico-științifice a tineretului și studenților, martie 1987, I.C.T.C.M. — București



Centrifugă cu descărcare automată pentru uscare piese mici.



Instalație de cromare piese mici în tambur

Sesiunea de comunicări „**Contribuția cercetării românești la creșterea competitivității motoarelor termice românești**" — I.N.M.T. — București, octombrie 1985

— Instalație pentru acoperiri galvanice din elemente modulare, cu grad ridicat de mecanizare și automatizare pentru componente de motoare și autovehicule
ing. Valentin Zaharia

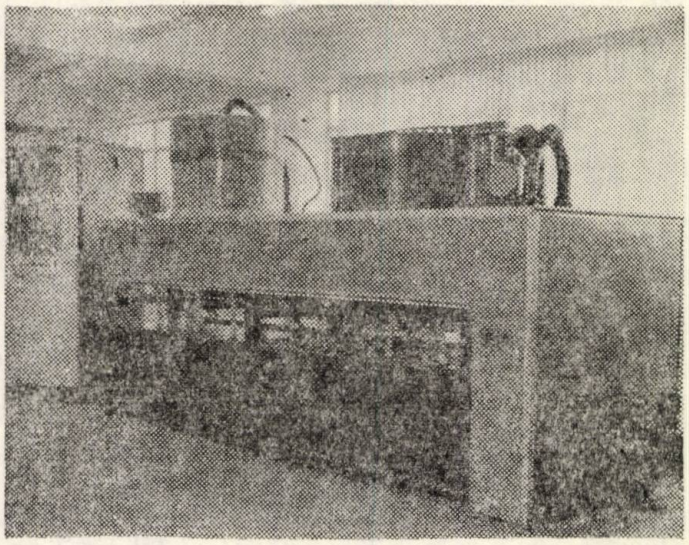
— Cercetări microscopice privind depunerile metalice prin metode electrochimice
ing. Carmen Ioniță
ing. Maria Bordeanu

— Influența adaosurilor de luciu în băile de nichelare
ing. Cristina Solacolu

1.5. Simpozionul național de coroziune, Piatra-Neamț, septembrie, 1987.

— Tehnologii moderne de realizare a acoperirilor de crom dur la distanțe reduse între electrozi
ing. Antoaneta Marinescu
— Depuneri funcționale de aliaje Ni—Zn cu rol catalitic
dr. ing. Emilia Bay
ing. Ion Avram
dpl. chim. Maria Dinescu
tehn. pr. Georgeta Duicu

— Tehnologii moderne de obținere a depunerilor de aliaje cu înaltă rezistență la coroziune, realizate în scopul înlocuirii metalelor deficitare
dr. ing. Emilia Bay
ing. Gabriela Harpău
ing. Marioara Blidariu



Instalație automată de galvanizare a pieselor mici în vrac.

— Studiul influenței unor compuși organici asupra proprietăților electrodepunerilor de nichel
ing. Liana Roman
ing. Valentina Filippi
ing. Cristina Solacolu
— Acoperiri rezistente la coroziune depuse în scop antifricțiune
ing. Liliana König
ing. Liana Roman
— Protecții anticorozive ale aliajelor de aluminiu cu rol antiuzură și rezistente la șoc termic, prin pelicule anodice cu conținut de bor și titan
ing. Arpiar Sachian
dpl. chim. Maria Dinescu
tehn. pr. Gheorghe Boboc
— Protecții anticorozive rezistente în condiții severe de exploatare în scopul înlocuirii acoperirilor de cadmiu
ing. Marioara Blidariu
ing. Gabriela Harpău
— Cercetări pentru realizarea unor depuneri electrochimice anticorozive de aliaj Sn—Pb cu sudabilitate ridicată pentru componente electronice
ing. Antoaneta Marinescu
ing. Arpiar Sachian
ing. Marioara Blidariu
dpl. chim. Maria Dinescu

1.6 Simpozionul național de galvanotehnică, Tg. Mureș, octombrie, 1987.
— Electrodepuneri de nichel cu caracteristici adecvate unor domenii speciale de utilizare
ing. Liana Roman
ing.. Liliana König
— Depuneri decorativ-protectoare din electroliți cu concentrații reduse de metal
ing. Gheorghe Andonianț
ing. Liana Roman

2. PARTICIPĂRI ÎN STRĂINĂTATE LA MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE 1984—1987

2.1. Simpozionul internațional KORECO '84 pentru protecția mediului înconjurător, Brno, octombrie 1984.
— Studii asupra reducerii agresivității electroliților necianurici pe bază de cloruri
ing. Antoaneta Marinescu
— Utilizarea compușilor nepoluanți în procesele de reducere autocatalitică
dr. ing. Emilia Bay
— Probleme de ordin calitativ legate de economisirea apei în contextul recuperării electroliților
ing. Rodica Gavăt
dpl. chim. Rodica Pătrașcu
— Aspecte ale utilizării schimbătorilor de ioni tip VIONIT la recuperarea acidului cromic din elecroliți uzați
ing. Matei Dumitrescu
— Tehnologii moderne nepoluante de pasivare a oțelurilor inoxidabile
ing. Liliana König

2.2. Simpozionul internațional de galvanotehnică Karl-Zeiss Jena aprilie 1985.
— Durificarea prin cromare a suprafețelor mari utilizînd surse de curent de joasă intensitate
ing. Antoaneta Marinescu
— Contribuții privind studiul mecanismului depunerilor chimice și electrochimice cu structură lamelară
dr. ing. Emilia Bay

2.3. Sesiunea de comunicări CAER, Sofia, septembrie 1985.
— Cromarea dură a suprafețelor cilindrice interioare și exterioare de orice diametru și lungime.
ing. Antoaneta Marinescu
dr. ing. Emilia Bay

2.4. Congresul INTERANTICOR '86, Bratislava, septembrie 1986.

— Electrodepunerea cromului la distanțe reduse între electrozi
ing. Antoaneta Marinescu

— Contribuții la studiul structurii acoperirilor metalice în scopul dirijării proprietăților tehnologice ale acestora
dr. ing. Emilia Bay

— Electrodepuneri de zinc din electroliți acizi cu agresivitate redusă
ing. Liana Roman

— Eliminarea fluorului din apele reziduale cu conținut de bifluoruri și amestec fluoritic
dipl. chim. Rodica Pătrașcu
ing. Gabriela Simionuc

— Electroliți nepoluanți de zincare alcalină cu adaosuri de derivați ai acidului nicotinic
ing. Gheorghe Andonianț

2.5. Simpozionul „Tehnologii de vîrf în domeniul galvanizării" Leipzig, octombrie, 1987.

— Depuneri de aliaje binare pe bază de zinc cu înaltă rezistență la coroziune în climat tropical
dr. ing. Emilia Bay
ing. Gabriela Harpău
ing. Marioara Blidariu

— Cercetări în vederea asimilării produselor necesare realizării acoperirilor protector-decorative
ing. Liliana König
dpl. chim. Maria Dinescu
ing. Victor Poenaru

— Tehnologii moderne de protecție a ansamblurilor în frecare cu rezistență mare la uzură.
ing. Liana Roman
ing. Liliana König

II. COLABRORĂRI INTERNAȚIONALE

1. I.C.T.C.M. — I.H.H.T. Vilnius U.R.S.S.
Tema : Electroliți moderni de nichelare cu conținut redus de săruri metalice

2. I.C.T.C.M. — Unități ale Ministerului Industriei Electronice din R.P. Chineză
Tema : Tehnologii și utilaje moderne de depuneri cu înaltă rezistență la coroziune

3. I.C.T.C.M. — Academia Bulgară de Științe — I. Ch. Fizică Sofia
Tema : Tehnologii de acoperire cu aliaje de nichel.

III. MANUALE

În această perioadă, specialiștii și colectivele din cadrul CAM s-au manifestat și prin unele lucrări, care pun în valoare capacitatea lor în domeniul creativității științifice și tehnice, cum ar fi elaborarea lucrării originale care cumulează date teoretice și practice moderne referitoare la:

— „Tehnologii electrochimice și chimice de protecție a materialelor metalice", lucrare apărută la Editura Tehnică în anul 1984 — București — autorii fiind :
ing. Antoaneta Marinescu
ing. Gheorghe Andonianț
dr. ing. Emilia Bay

IV. BREVETE DE INVENȚII, care rezolvă unele din problemele majore ale economici naționale cum sînt următoarele :

1. Procedeu de instalație pentru depunerea cromului electrolitic — Brevet nr. 91.048
dr. ing. Ioan Roman
ing. Antoaneta Marinescu
dr. ing. Emilia Bay
ing. Adrian Dăscălescu
ing. Gabriel Năstase
Premiul I — la Festivalul Național „Cîntarea României" 1986
Premiul II — la Salonul Național al Investițiilor Constanța 1987

2. Procedeu de depunere a aliajelor de nichel Brevet nr. 92.881
dr. ing. Emilia Bay
dr. chim. Ernest Grünwald — I. Electronică Ind. Cluj-Napoca

3. Electrolit de nichelare lucioasă
ing. Gheorghe Andonianț
ing. Antoaneta Marinescu
În colaborare cu IHHT — Vilnius U.R.S.S.
Brevet nr. 88.594

4. Procedeu și soluții pentru realizarea unor pelicule pasive negre cu înaltă rezistență la coroziune, pe depunerile de zinc și cadmiu
ing. Antoaneta Marinescu
ing. Marioara Blidariu
ing. Gheorghe Andonianț
tehn. Boleslav Sozanchi — I. Mec. Brașov
Dosar : OSIM — 124.782

5. Procedeu de obținere a electrozilor de nichel poros activ pentru procese electrolitice alcaline
ing. Antoaneta Marinescu
dr. ing. Emilia Bay
ing. Ion Ferariu — COS — Tîrgoviște
ing. Ion Avram
Dosar : OSIM — 124.854

6. Procedeu de cromare neagră
ing. Liliana König
dpl. chim. Maria Dinescu
ing. Ovidiu Părău — I.P.A. — Sibiu
ing. Petre Pănculescu — I. SINTOFARM — București
Dosar : OSIM — 123.245

7. Procedeu pentru durificarea suprafețelor pieselor de aliaje de aluminiu
ing. Arpiar Sachian
dpl. chim. Maria Dinescu
tehn. pr. Gheorghe Boboc
Brevet nr. 93.164

8. Electrolit de nichelare lucioasă cu conținut redus de săruri de nichel — Brevet U.R.S.S.
I.C.T.C.M. București :
ing. Antoaneta Marinescu
ing. Liana Roman
ing. Gheorghe Andonianț
IHHT — Vilnius U.R.S.S.
Brevet nr. 83.199

9. Agent de luciu pentru electrolit alcalin necianuric de zincare și procedeu de preparare a acestuia
ing. Gheorghe Andonianț
ing. Petre Pănculescu — I. SINTOFARM București
ing. G. Teodoridis — I. AUTOBUZUL Buc.
ing. Cornel Gherman — I. AUTOBUZUL București
Brevet nr. 85.478

Institutul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Industria Construcţiilor de Maşini, înfiinţat încă din anul 1965, are o bogată experienţă în cercetare şi proiectare tehnologică specifică pentru construcţiile de maşini. În cadrul Institutului se desfăşoară trei tipuri de activităţi:

1. Cercetarea de procese tehnologice (metode de fabricaţie) noi în cadrul laboratoarelor special amenajate pentru experimentarea şi optimizarea procedeelor, regimurilor sau reţetelor tehnologice precum şi cercetarea în vederea asimilării în fabricaţia de serie a unor echipamente şi produse noi în domeniile: prelucrări prin aşchiere, ştanţare, ambutisare şi prin tehnologii neconvenţionale, manipulare automată montaj mecanizat şi automatizat, acoperiri de protecţie şi decorative, control activ, interoperaţional şi final.

2. Elaborarea de tehnologii integrate şi sisteme complexe de fabricaţie pentru prelucrarea unor piese sau grupe de piese sau produse, cu adoptarea celor mai eficiente procedee, inclusiv proiectarea maşinilor speciale, dispozitivelor şi sculelor.

3. Execuţia, în limita capacităţilor propriului său atelier, a echipamentelor tehnologice proiectate. Acordarea de asistenţă tehnică pentru punerea în funcţiune la parametrii proiectaţi a proiectelor elaborate.

ICTCM EFECTUEAZĂ: ● Studiul problemelor tehnologice individuale sau legate de realizarea unui anumit produs ; ● Elaborarea de procedee tehnologice noi sau dezvoltarea şi îmbunătăţirea unor tehnologii existente ; ● Experimentarea în laborator şi în producţie a procedeelor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de execuţie pentru liniile, maşinile dispozitivele sau sculele necesare aplicării tehnologiilor elaborate ; ● Întocmirea proiectelor de utilare tehnologică a secţiilor sau atelierelor în care se vor realiza tehnologiile respective ; ● Construcţia în ateliere proprii a utilajelor proiectate ; ● Execuţia de prototipuri de maşini şi dispozitive şi experimentarea acestora în vederea introducerii lor în fabricaţia de serie ; ● Elaborarea de metode de măsură şi control interoperaţii şi final, proiectarea şi executarea utilajelor necesare controlului şi sortării cu diferite grade de automatizare ; ● Proiectarea şi eexcutarea de bancuri de probă pentru studii de laborator şi fabricaţia de serie ; ● Organizarea fabricaţiei, transportului intern şi depozitării în secţiile şi atelierele destinate aplicării noilor tehnologii, planificarea şi urmărirea producţiei ; ● Elaborarea de sisteme pentru automatizarea pregătirii tehnologiei precum şi pentru planificare, lansare şi urmărire cu ajutorul calculatorului electronic ; ● Acordarea de asistenţă tehnică pentru aplicarea procedeelor tehnologice elaborate şi pentru punerea în funcţiune a utilajelor proiectate şi executate; ● Acordarea de licenţe, know-how şi punerea la dispoziţie a documentaţiei de execuţie pentru lucrările executate de institut.

Instalație automată de galvanizare cu comandă program

Colectivul de recuperare a materialelor utilizate în galvanotehnică elaborează tehnologii care sînt implementate pe scară tot mai largă în industrie, aducînd o contribuție însemnată la economisirea materialelor deficitare și scumpe, prin repunerea în circuitul tehnologic a unor metale și săruri metalice de largă utilizare, de exemplu: crom, nichel, cadmiu, argint, aur ș.a.

I. C. T. C. M.
INSTITUTUL DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ ȘI INGINERIE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Șos. Olteniței nr. 103, sector 4
București — 73651
Telefon 343445 Telex 10233